انتشارات کیفیت

# تعمیر و بازپیچی آرمیچرهای جریان مستقیم

چاپ دوم



ترجمه:
مهندس خلوصی

SLF
سیم لاکی فارس

# تعمیر و بازپیچی
# آرمیچرهای جریان مستقیم


نویسنده: رابرت روزنبرگ
مترجم: حمید رضا خلوصی

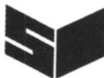
ویراستار فنی: مهندس علی عراقی



نشر کیفیت


منتدى إقراء الثقافي
www.iqra.ahlamontada.com
للكتب ( كوردى , عربي , فارسي )

| | |
|---|---|
| سرشناسه | : روزنبرگ، رابرت، ۱۹۰۴ - م<br>Rosenberg, Robert |
| عنوان و نام پدیدآور | : تعمیر و بازپیچی آرمیچرهای جریان مستقیم /نویسنده رابرت روزنبرگ؛ مترجم حمیدرضا خلوصی؛ ویراستار فنی علی عراقی. |
| مشخصات نشر | : تهران: کیفیت، ۱۳۸۶. |
| مشخصات ظاهری | : ۷۵ ص.: مصور. |
| شابک | : 978-964-8887-16-7 |
| یادداشت | : عنوان اصلی: Electric motor repair, a practical book on the winding. |
| موضوع | : موتورهای برقی - نگهداری و تعمیر. |
| شناسه افزوده | : خلوصی، حمیدرضا، ۱۳۳۰ - ،مترجم |
| شناسه افزوده | : عراقی، علی، ۱۳۳۰ - ،مترجم |
| رده بندی کنگره | : ۱۳۸۶ ت ۹ر/۵۷/ ۴۰ ۴۰ دا |
| رده بندی دیویی | : ۶۲۱/۴۶ |
| شماره کتابشناسی ملی | : ۱۱۰۶۵۷۶ |



انتشارات کیفیت: تهران - ضلع جنوبی میدان ولیعصر - کوچه نصر پلاک ۱۸

تلفن : ۸۸۹۳۹۰۱۶ فاکس : ۸۸۹۳۹۶۶۲

Email:info@slf.ir web:www.slf.ir



**عنوان: سیم پیچی آرمیچرهای جریان مستقیم**

**ناشر:** کیفیت

**نویسنده:** رابرت روزنبرگ

**مترجم:** حمید رضا خلوصی

**ویراستار فنی:** مهندس علی عراقی

**شمارگان:** ۳۰۰۰ چاپ دوم ۱۳۸۹

**صفحه آرایی و طرح جلد:** غلامرضاملکی

**ناظر فنی چاپ:** مهدی مسعودی

**لیتوگرافی /چاپ/صحافی:** / اطلس/مروی/ شکیب

**شابک:** ۹۷۸-۹۶۴-۸۸۸۷-۱۶-۷ ISBN: 978-964-8887-16-7




**قیمت:** ۲۰۰۰ تومان

# فهرست مطالب

# مقدمه

آنچه که امروزه به عنوان سیم پیچی ماشین های الکتریکی در سطح عموم مطرح است. در واقع تعمیر و بازپیچی سیم بندی این ماشین ها می باشد. این کتاب نیز با توجه به این مطلب نوشته شده و مبنا را بازپیچی و تعمیر ماشین های الکتریکی جریان مستقیم قرار داده در عین حال مطالب به نحوی ارائه شده که همراه با تعمیر آشنایی با ساختمان و روش های مختلف سیم پیچی نیز توضیح داده شده است. سعی نویسندگان کتاب بر این بوده که مطالب به صورت روان و به دور از پیچیدگی های فنی گفته شود و همزمان دید آموزشی هم داشته باشد. در ترجمه نیز سعی گردیده این خصوصیات حفظ شود. بدین ترتیب کتابی که در پیش رو دارید می توان در کارگاه های کار عملی و هم در محیط های آموزشی مورد استفاده قرار گیرد.

البته بدین نکته نیز اذعان داریم که این کار خالی از اشکال نیست و به همین دلیل چشم انتظار نظرات سازنده شما بزرگواران هستیم.

Hkholoosi:yahoo.com

حمید رضا خلوصی

# پیشگفتار ناشر

آهنگ رشد و تکامل دانش و صنعت و تکنولوژی کندی نمی گیرد. برای هماوردی در دنیای صنعتی امروز، همگامی و هماوایی با این آهنگ ضرورت تمام دارد. عوامل رشد و تکامل، گوناگون و متنوع اند و یکی از مهمترین آنها آموزش و آشنایی با اصول هر صنعت و فن معین است.

شرکت سیم لاکی فارس با آگاهی از این موضوع و در پی هدفی که برای خود در نشر دانش حرفه ای و علمی در کنار امور تولید برگزیده است و با توجه به تجربه نسبتا طولانی خود در تولید سیم لاکی، همواره در تلاش تهیه مطالب علمی و فنی مربوط به این صنعت و نشر آن بوده است و در دستیابی به این هدف، قبلا کتابهای چند را تدوین و منتشر کرده که مورد استقبال علاقمندان و دست اندرکاران مربوطه قرار گرفته است.

تالیف و ترجمه کتاب کنونی به نام سیم پیچی آرمیچرهای جریان مستقیم نوشته رابرت روزنبرگ که مربوط به صنعت برق می باشد و دنباله تلاش این شرکت برای دستیابی به هدف مورد نظر است امید است این کتاب بتواند نیازهای خواستاران آن را برآورده کند و در جهت تکمیل معلومات فنی آنان گامی به پیش باشد.

شرکت سیم لاکی فارس امید دارد که در آینده بتواند با کوشش بیشتر، موضوعات علمی و فنی مربوط به صنعت سیم لاکی و نیز دیگر مطالب علمی را از طریق تالیف و ترجمه در اختیار علاقمندان قرار دهد. انتظار متقابل ما از همه خوانندگان کتاب این است که با راهنمایی ها و ارائه نقطه نظرهای سودمند خود، پشتیبان ما در انجام این کار فرهنگی باشند.

**شرکت سیم لاکی فارس**

# سیم‌پیچی آرمیچرهای جریان مستقیم

روند بازپیچی آرمیچرها شامل مراحل زیر است.

۱- برداشت اطلاعات هنگام باز کردن آرمیچر

۲- تست کلکتور برای اتصال کوتاه و اتصال بدنه

۳- عایق‌بندی هسته

۴- تهیه و پیچیدن کلاف های سیم‌پیچی

۵- قرار دادن کلاف ها در شیارها

۶- اتصال سرهای کلاف ها به کلکتور

۷- لحیم کردن سرسیم ها به کلکتور

۸- آزمایش کردن

۹- تراشیدن کلکتور توسط ماشین تراش (در صورت نیاز)

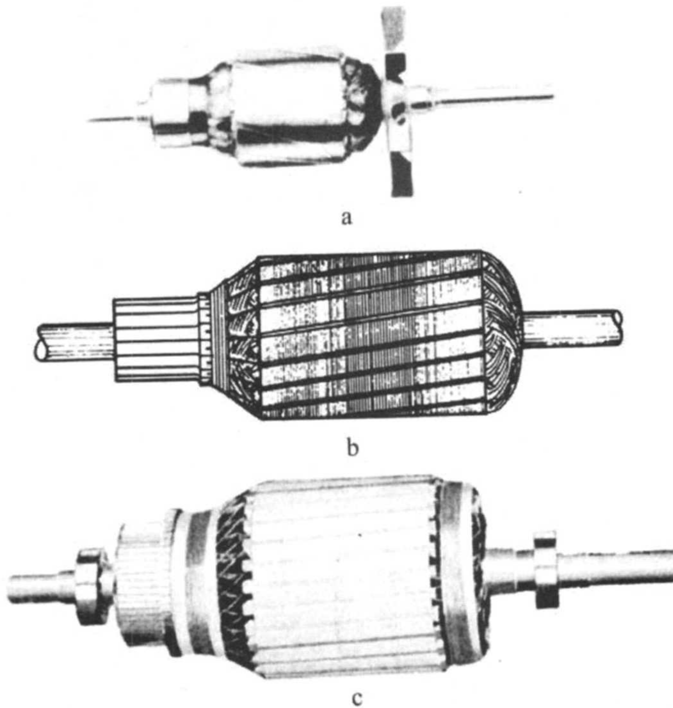
۱۰- شارلاک زدن سیم‌پیچ ها و پخت آن

اطلاعات آرمیچر در برگه زیر کامل می‌شود.

| K.W.H.P | R.P.M | Volts | Amps |
| --- | --- | --- | --- |
| Cycle | Type | Frame | Style |
| Temp | Model | Serial # | Phase |
| No. of Slots | Bars | Coils/ Slot | |
| Size Wire | Coil Pitch | | |
| Center of Slot to | Center of Bars<br>Center of Mica | | |
| Commutator Pitch | | | |
| Lap | Wave | | |

برگه اطلاعاتی آرمیچرهای D.C

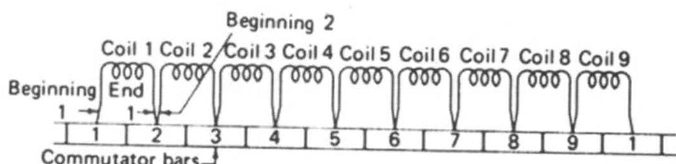
هنگامی که آرمیچرهایی مانند شکل های a,b,c ۱-۵نیاز به بازپیچی دارند. بایستی به حد کافی اطلاعات جمع آوری گردد تا بتوان سیم پیچی را به دقت سیم‌پیچی اولیه انجام داد. انواع مختلف سیم‌پیچی و اتصالات آنها در ماشین ها اغلب مشخص است و امکان جمع آوری و ثبت اطلاعات لازم وجود دارد. رعایت مسیر تعیین شده بالا برای بازپیچی انواع مختلف سیم‌پیچی و اتصالات شناخته شده یک اصل مهم است.




**شکل ۱- ۵: چند نوع آرمیچر dc**

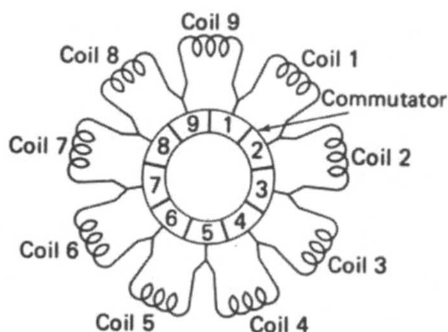
## سیم پیچی یک آرمیچر کوچک

انواع مختلف سیم‌پیچی‌ها شامل تعدادی کلاف سری است که در شیارهای آرمیچر قرار گرفته‌اند و توسط کلکتور به صورت سری به یکدیگر متصل شده‌اند شکل ۲a-۵ دیاگرام این سیم‌پیچی را نشان می دهد.




**شکل ۵-۲a: دیاگرام سیم‌پیچی حلقوی ساده ۹ کلاف و ۹ تیغه کلکتور. انتهای هر کلاف با ابتدای کلاف بعدی به یک تیغه کلکتور اتصال دارند.**

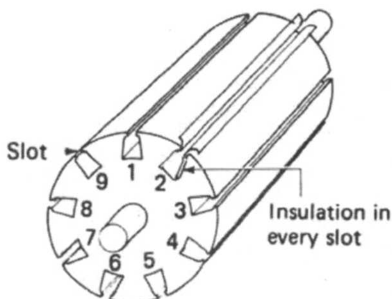
برای سادگی کلکتور به صورت گسترده ترسیم گردیده، دیاگرام مدوری از این سیم‌پیچی در شکل ۵-۲b نشان داده شده است.




**شکل ۵-۲b: در این دیاگرام مدور برای آرمیچر ۹ شیاره نحوه اتصال سرهای کلاف‌ها به کلکتور مشخص گردیده.**

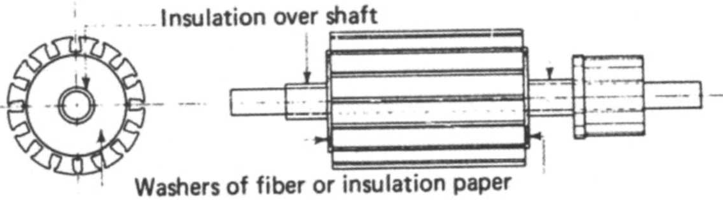
**عایق‌بندی هسته:** قبل از اینکه یک آرمیچیر سیم پیچی شود. باید شیارها خوب عایق‌بندی شوند تا از اتصالی بین هسته آهنی و سیم‌ها جلوگیری شود. در بعضی از انواع موتورها نوع و ضخامت عایق روی آن درج شده است.

در یک آرمیچر کوچک برجستگی عایق در ابتدا و انتهای شیارها تقریبا $\frac{۱}{۸}$ اینچ و در بالای شیار $\frac{۱}{۴}$ اینچ می‌باشد. مانند آنچه در شکل ۵-۳ نمایش داده شده است.




**شکل ۵-۳: شیارهای آرمیچر که بازوی کلاف‌ها داخل آنها قرار می‌گیرند.**

لازم است محور آرمیچر با پیچیدن چند دور نوار عایق کاری شود. معمولا انتهای لایه‌ها با فیبر پوشش داده می‌شود تا هسته را در مقابل اتصالی محافظت کند. این فیبرها روی محور نصب می‌شوند و قسمت خارجی شیارها را پوشش می‌دهند. شکل ۴-۵

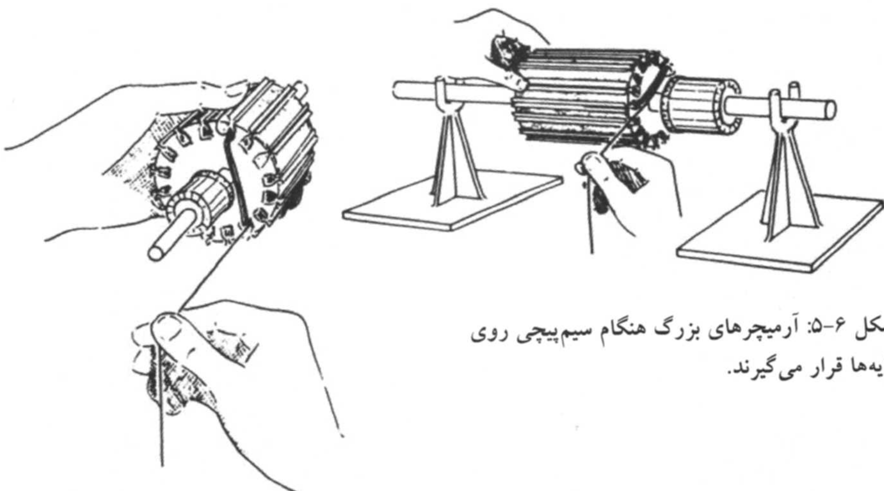



**شکل ۴-۵: عایق‌های اضافه شده به آرمیچر، عایق‌بندی برای محافظت سیم پیچ‌ها از اتصال بدنه لازم است.**

## نحوه سیم‌پیچی

آرمیچرهای کوچک که در جاروبرقی و دریل کاربرد دارند با دست سیم‌پیچی می‌شوند. شکل ۵-۵ آرمیچرهای بزرگتر بین دو پایه قرار می‌گیرند، یا از گیره برای نگه داشتن آن استفاده می‌شود. مانند شکل ۶-۵

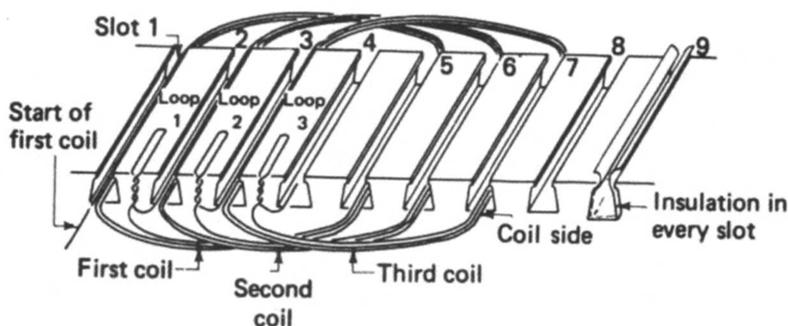
آرمیچر ۹ شیاره با گام ۵-۱ به صورت زیر سیم‌پیچی می‌شود.



**شکل ۶-۵: آرمیچرهای بزرگ هنگام سیم‌پیچی روی پایه‌ها قرار می‌گیرند.**

**شکل ۵-۵: آرمیچر کوچک را هنگام سیم‌پیچی می‌توان با دست نگه داشت**

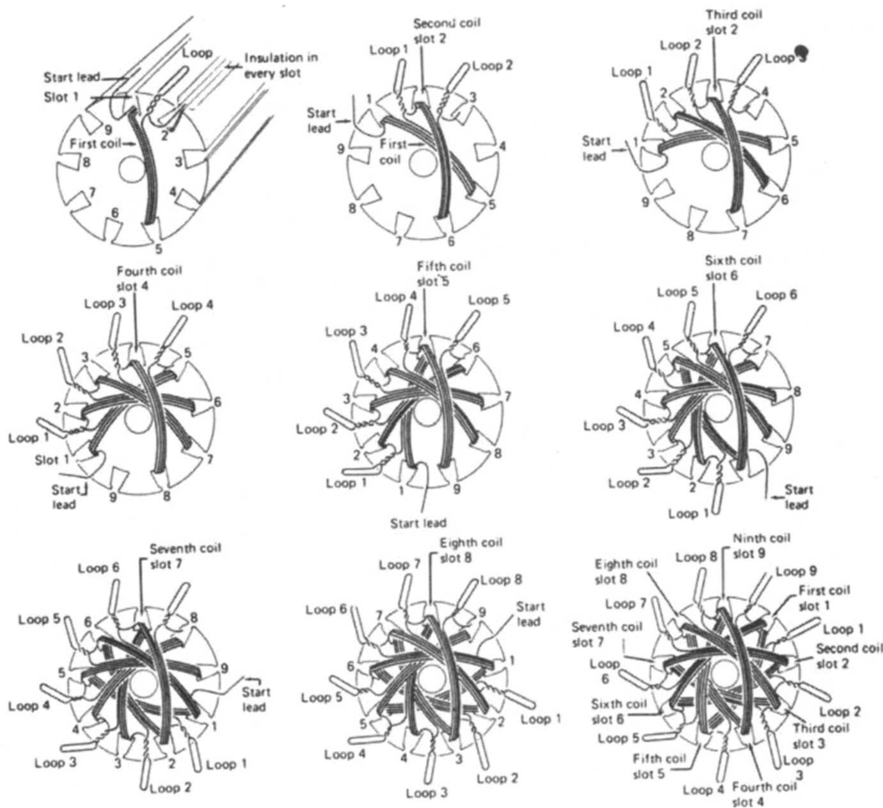
عایق را داخل شیار قرار دهید. یک شیار را انتخاب کرده و آن را شیار شماره ۱ بنامید. تعداد حلقه سیم مورد نیاز را داخل شیارها با گام ۵-۱ بپیچید. شکل ۷-۵.




**شکل ۷-۵: در سیم‌پیچی حلقوی، ابتدا آرمیچر کاملا سیم‌پیچی شده و سر کلاف‌ها به تیغه‌های کلکتور وصل می‌شوند. توجه کنید که بازوهای اولین کلاف در شیارهای ۱ و ۵ قرار می‌گیرد و این فاصله را گام سیم‌بندی می‌گویند.**

سیم‌ها را در داخل شیارها در حد امکان سفت کنید. انتهای کلاف اول را به تیغه شماره ۲ هدایت کنید و کلاف دوم را با گام کلاف اول و با تعداد دور مساوی با آن از تیغه شماره ۲ شروع کنید و انتهای کلاف دوم را به تیغه شماره ۳ هدایت کنید و کلاف سوم را با شرایط کلاف دوم از تیغه شماره ۳ شروع کرده و سیم‌بندی آن را کامل کنید و این روند را تا کلاف نهم پیش ببرید انتهای کلاف نهم به تیغه شماره ۱ هدایت خواهد شد به عبارت دیگر سیم‌بندی آرمیچر از یک مدار بسته تشکیل می‌شود. مشاهده می‌شود که کلاف‌ها، گام مساوی و تعداد دور برابر دارند و در هر شیار دو بازو از کلاف‌ها قرار می‌گیرد. این سیم‌بندی را که مراحل آن در شکل ۸-۵ نشان داده شده است سیم‌بندی حلقوی ساده می‌گویند.

**قراردادن گوه‌ها در شیارها:** پس از سیم‌پیچی دهانه شیارها بسته می‌شود. به طوری که وقتی آرمیچر با سرعت بالا در حال گردش است سیم‌ها به بیرون پرتاب نشوند. شیوه کار در شکل ۹-۵ شرح داده شده است. به عایق بین کلاف‌ها در شیار توجه کنید. با عایق‌کاری استاندارد حفاظت خوبی حاصل می‌شود. عایق‌ها را طوری ببرید که حدود $\frac{۳}{۱۶}$ اینچ بیرون از شیارها قرار گیرند. با استفاده از کاردک فیبری یک

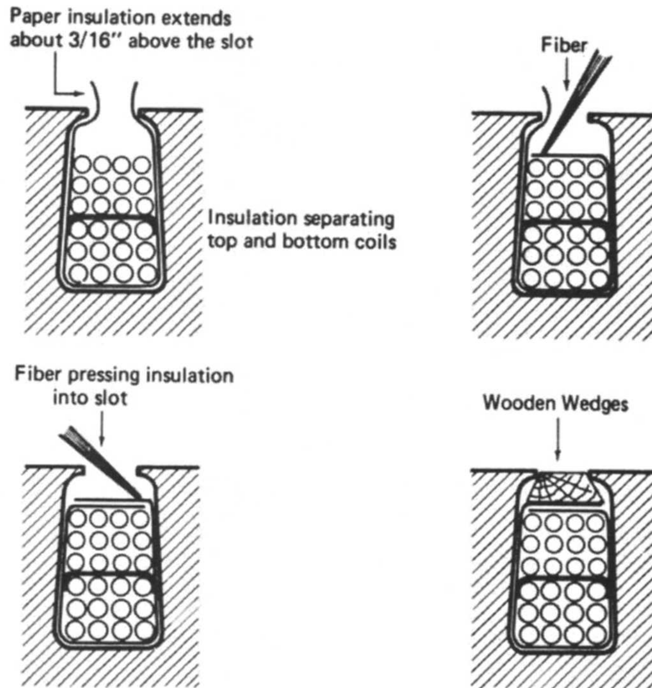



**شکل ۸-۵: مراحل سیم پیچی یک آرمیچر ۹ شیاره**

طرف عایق را داخل شیار فشار دهید و سپس طرف دیگر عایق را قرار دهید. در آرمیچرهای بزرگ، عایق هم سطح لبه بالایی شیار بریده شده، سپس نواربندی می شود.

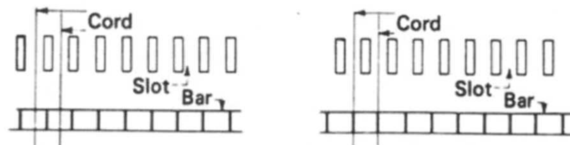
## اتصال سر کلاف‌ها

یکی از مهمترین کارها در سیم‌پیچی آرمیچر قرار دادن سر کلاف ها روی تیغه های کلکتور است. سر کلاف می تواند در سه وضعیت روی تیغه های کلکتور قرار بگیرد که این امر بستگی به موقعیت شیار اصلی (مبنا) دارد. اگر تیغه ها در امتداد شیارها باشند سر کلاف ها ممکن است نسبت به آن به سمت راست یا چپ چرخش کنند و یا ممکن است در امتداد همان شیار به کلکتور وصل شوند.



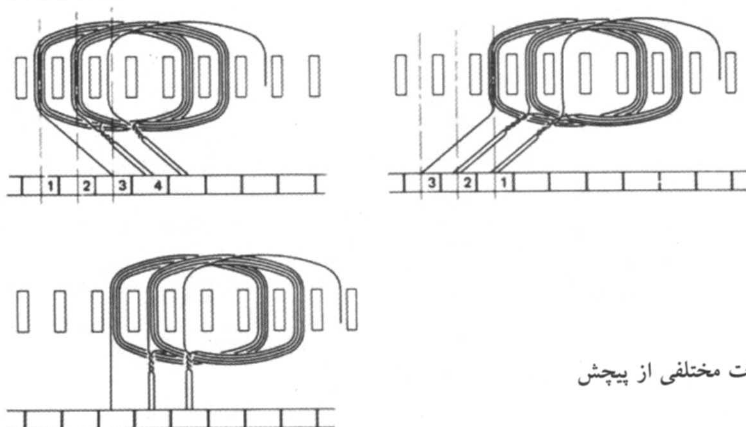

**شکل ۹-۵: روش تا کردن عایق داخل شیار و قرار دادن گوه چوبی روی آن.**

از روش زیر برای تعیین موقعیت سر کلاف ها در کلکتور استفاده می شود:
امتداد سیم بین شیارها یا از روی تیغه های کلکتور عبور می کند یا در امتداد عایق بین تیغه ها قرار می گیرد شکل ۱۰-۵.




**شکل ۱۰-۵: یک روش ساده برای تعیین کردن همترازی شیارها و تیغه‌های کلکتور**

بر طبق اطلاعات موجود شروع کلاف باید به اندازه ۳ تیغه به سمت راست حرکت کند سر اولین کلاف را در تیغه سوم سمت راست قرار دهید و تیغه شماره ۱ نام گذاری کنید و بقیه تیغه ها را بر اساس شکل ۱۱-۵ شماره گذاری کنید و سر کاف ها بعدی را به ترتیب روی تیغه های مربوطه اتصال دهید.




**شکل ۱۱-۵: حالات مختلفی از پیچش سرهای کلاف‌ها.**

(۱۱-۵) اگر مرکز شیار با عایق میکا در یک امتداد بودند آنگاه تیغه سمت راست را به عنوان تیغه شماره ۱ در نظر بگیرید.

## سیم‌پیچی ساده ($Un=\frac{Z}{C}=1$)[1]

در آرمیچری که تا کنون مورد بحث قرار گرفت تعداد تیغه‌های کلکتور با تعداد شیارها برابر بود. اما این مطلب در مورد تمام آرمیچرها صدق نمی‌کند در بعضی از آنها تعداد تیغه‌ها دو تا سه برابر شیارها است. در سیم‌پیچی ساده تعداد کلاف‌ها برابر تعداد تیغه‌ها یا شیارهاست و در هر شیار ۲ بازو از کلاف‌ها قرار می‌گیرد در سیم بندی آرمیچرها که تعداد تیغه‌ها مضرب صحیحی از تعداد شیارها می‌باشد مثلا ۹ شیار با ۱۸ تیغه کلکتور، از ۱۸ کلاف استفاده می‌شود روش سیم پیچی این آرمیچرها، مانند حلقوی ساده است با این تفاوت در هر شیار ($Un = \frac{18}{9} = 2$) دو جفت بازو یا ۴ بازو قرار خواهد گرفت. این سیم بندی، به سیم بندی کلافی معروف است.

## سیم‌پیچی کلافی ($Un > 1$)

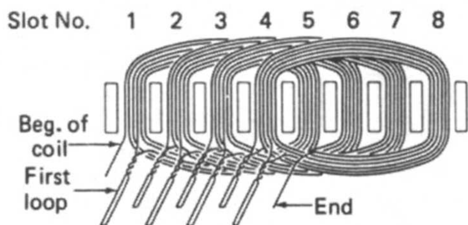
یک آرمیچر ۹ شیاره با ۱۸ تیغه در نظر بگیرید. سیم‌پیچی این آرمیچر ۲ کلاف (۴ بازو) در هر شیار است که به صورت زیر سیم پیچی می‌شود.

---

۱- Z تعداد شیارها و C تعداد تیغه‌ها و Un تعداد جفت بازوها در هر شیار



شکل ۱۳-۵: یک آرمیچر حلقوی که تعداد شیارهایش دوبرابر تعداد کلاف آن سیم‌پیچی شده است.

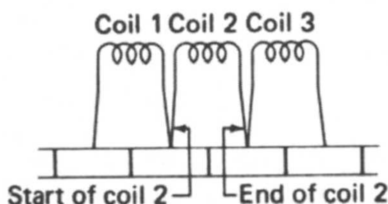



شکل ۱۲-۵: سیم‌پیچی دو کلاف در هر شیار با حلقه‌های کوتاه و بلند برای تشخیص

اولین کلاف را به روش حلقوی ساده در شیار ۱ و ۵ قرار دهید. دومین کلاف را نیز در همان شیارها بپیچید. کلاف سوم را در شیارهای ۲و۶ بپیچید. این روش را ادامه دهید یعنی قبل از آنکه به شیار بعدی بروید دو کلاف بپیچید. کلاف ها باید شبیه شکل های ۱۲-۵ و ۱۳-۵ در شیارها قرار گیرند. برای هر شیار دو کلاف وجود دارد. برای تشخیص حلقه اول و دوم از یکدیگر در هر شیار می توان از رنگ های متفاوتی استفاده کرد و یا در هر شیار دومین حلقه بزرگتر از حلقه اول باشد. این کار به سیم پیچ امکان می دهد که بتواند سرهای کلاف ها را روی تیغه مناسب کلکتور وصل کند بدون اینکه نیاز به تست هر سیم پیچ به طور جداگانه باشد.

## سیم‌پیچی حلقوی (در هم)

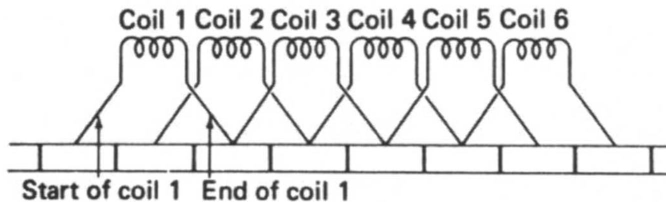
سیم پیچی آرمیچرها در دو گروه اصلی طبقه بندی می شوند: سیم پیچی حلقوی (در هم) و موجی. تفاوت بین این دو سیم پیچی در نحوه اتصال سرکلاف ها به تیغه های کلکتور است. سیم‌پیچی حلقوی خود به دوگروه تقسیم می‌شود: حلقوی ساده وحلقوی مرکب ( دو گانه و سه گانه).




شکل ۱۴-۵: سیم‌بندی حلقوی ساده که در آن ابتدا و انتهای یک کلاف به تیغه‌های مجاور یکدیگر وصل شده‌اند.

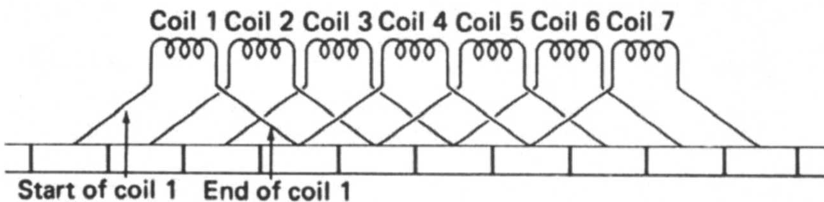
در سیم‌پیچی حلقوی ساده ابتدا و انتهای هرکلاف به تیغه‌های مجاور هم در کلکتور وصل می‌گردند. که در شکل ۱۴-۵ نمایش داده شده است. بنابراین انتهای کلاف اول به همان تیغه کلکتور وصل می‌شود که ابتدای کلاف دوم به آن تیغه وصل است والی آخر.

در سیم‌پیچی حلقوی دوگانه انتهای یک کلاف به دو تیغه بعد از ابتدای همان کلاف متصل می‌شود. مطابق شکل ۱۵-۵ انتهای کلاف اول در همان تیغه کلکتوری قرار می‌گیرد که ابتدای سر کلاف سوم به آن تیغه وصل است. انتهای سومین کلاف نیز به همان تیغه‌ای وصل می‌شود که ابتدای کلاف پنجم به آن تیغه وصل است والی آخر.




**شکل ۱۵-۵: در سیم‌پیچی حلقوی دوگانه سر انتهایی هر کلاف به دو تیغه جلوتر از سر ابتدایی همان کلاف وصل شده است.**

در سیم‌پیچی حلقوی سه‌گانه انتهای یک کلاف به سه تیغه بعد از ابتدای همان کلاف وصل می‌شود. مانند شکل (۱۶- ۵) بنابراین انتهای اولین کلاف به همان تیغه‌ای که چهارمین کلاف شروع شده، وصل شده است. انتهای کلاف چهارم به شروع هفتمین کلاف اتصال دارد والی تا آخر.



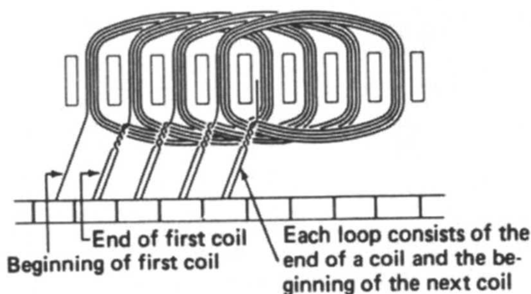

**شکل ۱۶-۵: در سیم‌پیچی حلقوی سه گانه انتهای هر کلاف به سه تیغه جلوتر از ابتدای همان کلاف وصل می‌شود.**

سیم پیچی حلقوی ساده اغلب در آرمیچرهای با اندازه ی کوچک یا متوسط استفاده

می شود. سیم پیچی های دوگانه و سه گانه دامنه کاربرد وسیعی ندارند. اما حلقوی ساده عموما در جایی که سیم پیچی دوگانه و سه گانه کاربرد ندارند قابل استفاده است. در مواردی که نیاز به استفاده مفید از الکتروموتوری با ولتاژ پائین باشد. پهنای جاروبک ها در سیم بندی دو گانه دو تیغه و در سیم بندی سه گانه ۳ تیغه از کلکتور را پوشش می دهند . هر گاه ابتدا و انتهای یک کلاف به دو تیغه مجاور کلکتور وصل شده باشند آن سیم پیچی حلقوی ساده است. برای هر موتوری با هر تعداد قطب صحت دارد. در نقشه های سیم پیچی برای چندین نوع از آرمیچرها این مطلب به خوبی نمایش داده شده است.

## سیم پیچی حلقوی مدار بسته

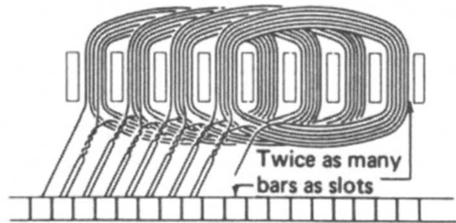
در یک سیم پیچی حلقوی ساده برای هر شیار یک کلاف (دو بازو) منظور می شود. در شکل ۱۷-۵ آرمیچر ۹ شیاره دارای ۹ کلاف است. به عبارت دیگر برای هر شیار یک کلاف وجود دارد، روشن است در سیم پیچی حلقوی تعداد شیارها با تعداد تیغه های کلکتور برابر است ابتدا و انتهای کلاف به تیغه های متوالی کلکتور اتصال دارند (شکل ۱۷-۵)




**شکل ۱۷-۵: سیم‌بندی حلقوی با یک کلاف در هر شیار که ابتدا و انتهای هر کلاق به تیغه‌های مجاور یکدیگر وصل شده‌اند. حلقه‌ها به تیغه‌های متوالی وصل شده‌اند.**

در شکل ۱۸ - ۵ یک سیم پیچی حلقوی ساده با دو کلاف در هر شیار نشان داده شده است. در این شکل آرمیچر ۹ شیاره و ۱۸ کلاف دارد. در این نوع سیم پیچی تعداد تیغه های کلکتور دو برابر تعداد شیارها است و سیم پیچی از یک حلقه کوتاه و یک حلقه بلند تشکیل شده است . این قضیه بیان گر آن است سرکلاف ها در یک وضعیت

چرخشی صحیحی ،روی تیغه ها قرار می گیرند.




شکل ۱۸-۵: سیم‌بندی حلقوی با دو کلاف در هر شیار ابتدا و انتهای هر کلاف به تیغه‌های مجاور یکدیگر وصل شده‌اند.

همچنین ممکن است در سیم‌پیچی حلقوی سه کلاف در یک شیار قرار گیرند. بدین ترتیب لازم است به همان تعداد ۳ عدد تیغهٔ کلکتور برای هر شیار موجود باشد.

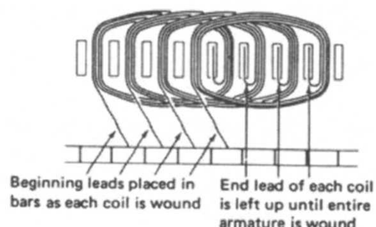
## سیم‌پیچی حلقوی ومدار باز :

در سیم‌پیچی حلقوی، ممکن است شروع کلاف به تیغه های متناظر کلکتور وصل شوند و اتصال انتهایی کلافها به تیغه های کلکتور مربوطه پس از سیم‌پیچی کامل آرمیچر انجام شود. انجام این کار نیازمند آن است که سر انتهایی هر کلاف، تا پایان سیم‌پیچی تمام کلافها، آزاد باشند.

## آرمیچر با یک کلاف در هر شیار(Un = ۱)

روش سیم‌پیچی و اتصال سر کلاف ها با یک کلاف در هر شیار به شرح زیر است:
سیم بندی را از یک شیار دلخواه آغاز کنید و یک کلاف کامل را با گام مناسب در شیارها بپیچید.

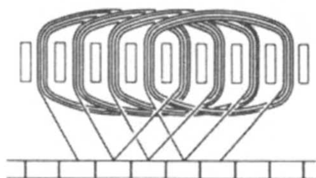
شروع کلاف ۱ را در تیغه متناسب کلکتور قرار داده و انتهای آن را پس از سیم‌پیچی کامل آرمیچر آزاد بگذارید. همه کلاف های آرمیچر را به همین ترتیب سیم‌پیچی کنید




شکل ۱۹-۵: سیم‌پیچی حلقوی یک کلاف در هر شیار با تعیین محل سرهای شروع کلاف‌ها.

و انتهای تمام کلاف ها را مطابق شکل ۱۹-۵ آزاد بگذارید. پس از سیم‌پیچی همهٔ کلافها، تمام سرهای ابتدا و انتهای کلافها را به کلکتور وصل کنید.

تیغه مربوط به شروع هر کلاف را در کنار انتهای آن در نظر بگیرید تا یک سیم‌پیچی حلقوی ساده مانند شکل ۲۰-۵ داشته باشید.



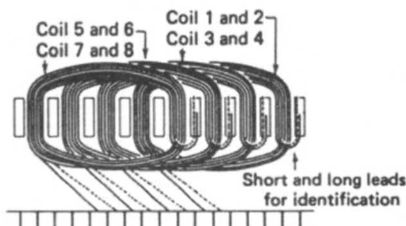
**شکل ۲۰-۵: سیم‌پیچی حلقوی یک کلاف در هر شیار بعد از اتمام کار سرهای انهایی روی تیغه‌ها قرار گرفته‌اند.**

## آرمیچر با دو کلاف در هر شیار: (Un = ۲)

آرمیچرهایی با سیم‌پیچی حلقوی ساده که دارای دو کلاف در هر شیار هستند، از نوع یک کلاف در هر شیار، متداولتر می باشند.

روش سیم‌پیچی این نوع آرمیچر به شرح ذیل است:

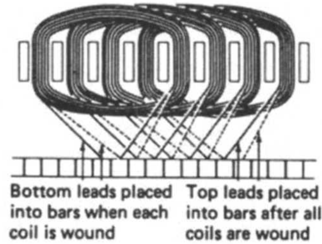
سیم پیچی را با دو سیم شروع کنید وابتدای کلاف ها را مطابق با اطلاعاتی که دراختیار دارید روی تیغه های کلکتور قرار دهید. وقتی که تعداد دور مناسب سیم داخل شیار قرار گرفت سیم را قطع کرده و انتهای کلاف ها را آزاد بگذارید. مانند شکل ۲۱-۵.




**شکل ۲۱-۵: روش سیم‌پیچی آرمیچری که دو کلاف در هر شیار دارد. بعد از اینکه هر کلاف پیچیده شد سر زیری یا ابتدایی آن روی تیغه‌ها قرار می‌گیرند. سرهای بالایی یا انتهایی بعد از پیچیدن کامل آرمیچر روی تیغه‌ها قرار می‌گیرند.**

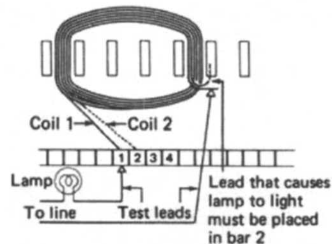
دومین کلاف را یک شیار بعد از اولین کلاف شروع کنید (وقتی جهت حرکت کلاف ها به سمت چپ است سیم پیچی چپگرد نامیده می شود. وقتی جهت حرکت به

سمت راست است سیم‌پیچی راستگرد نامیده می‌شود) همین روش را ادامه دهید تا تمام کلاف ها پیچیده شوند. سپس ابتدا و انتهای کلاف ها را روی تیغه های کلکتور به طور صحیح و متوالی قرار دهید. شکل ۲۲-۵




**شکل ۲۲-۵: اتصال ابتدا و انتهای کلاف‌ها روی تیغه‌ها در یک سیم‌پیچی حلقوی ساده با دو کلاف در هر شیار**

بعد از پیچیدن تمام کلاف ها تشخیص سرهای آن مشکل است. با استفاده از روشی که توضیح داده می‌شود می توان سرهای ابتدایی کلاف ها را روی تیغه های کلکتور در جای مناسب قرار داد. مطابق شکل ۲۳-۵ از لامپ تست استفاده کنید و یک سر آن را روی تیغه مشترک قرار دهید. سر دیگر لامپ تست را به طور آزادانه روی سر کلاف ها بچرخانید. این عمل را تا زمانی ادامه دهید که لامپ روشن شود. این سر باید در تیغه مجاورتیغه‌ای که ابتدای کلاف وصل شده است قرار گیرد.



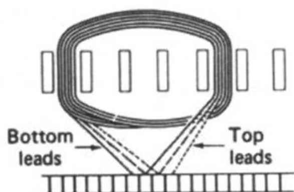

**شکل ۲۳-۵: استفاده از لامپ برای تعیین ابتدا و انتهای کلاف‌ها**

از بر چسب های رنگی در بعضی مواقع برای تشخیص سر کلاف ها استفاده می شود. از یک رنگ برای شروع و پایان یک کلاف استفاده می گردد. رنگ دیگر برای دومین کلاف همان شیار و برای سومین کلاف از رنگ مشابه رنگ کلاف اول استفاده می شود. این علامت گذاری برای همه کلاف ها انجام می شود االبته لازم است ابتدا و انتهای کلاف اول از طریق تست تعیین کرده و سپس از روی رنگها سرهای دیگر را یافت.

روش دیگر برای تشخیص سر و ته کلاف ها استفاده از سر سیم ها ی کوتاه و بلند برای دو کلافی که در یک شیار قرار دارند . این مسئله می تواند در اتصال صحیح آنها کمک نماید.

## آرمیچر با سه کلاف در هر شیار (Un = ۳)

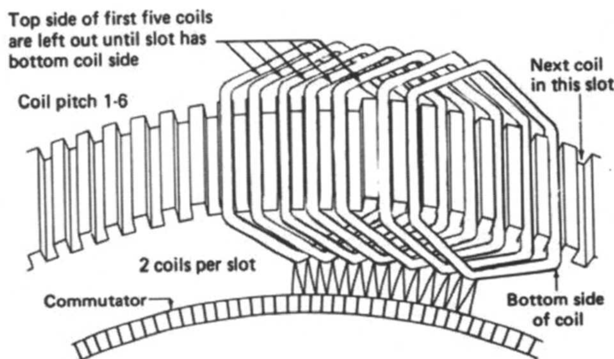
سیم پیچی آرمیچر با سه کلاف در هر شیار شبیه همان سیم پیچی با دو کلاف در هر شیار است. از یک شیار سه سر در زیر و سه سر در رو به تیغه های متوالی اتصال داده می‌شوند. این عمل مشابه حالتی است که آرمیچر دو کلافه متصل می گردید. و تشخیص سرها نیز به همان صورت قبلی انجام می گیرد. شکل ۲۴-۵ قرار گرفتن سه کلاف را در یک شیار نمایش می دهد.




**شکل ۲۴-۵: سیم‌پیچی حلقوی با سه کلاف در هر شیار**

## پیچیدن کلاف‌ها

در آرمیچر های کوچک سیم پیچی با دست انجام می شود در روش دستی سیم ها کلاف به کلاف در داخل شیارها قرار می گیرد. اما در آرمیچرهای بزرگ (در تعداد محدود) ابتدا کلاف ها بیرون پیچیده می شوند و سپس داخل شیارها جا زده می شوند.



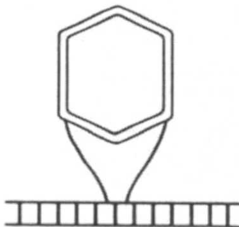

**شکل ۲۵-۵: سیم‌پیچی حلقوی با دو کلاف در هر شیار**

اتصال سرها به تیغه های کلکتور به همان صورت است که در سیم پیچی دستی انجام می گیرد. شکل ۲۵-۵ چند کلاف از آرمیچری را نشان می دهد که دارای دو کلاف در هر شیار است.

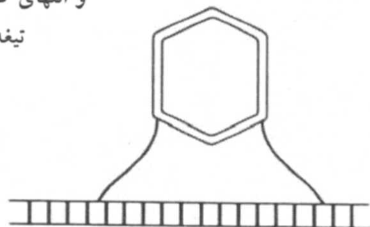
## سیم‌پیچی موجی

سیم پیچی موجی به دو گروه تقسیم می شود که عبارتند از: سیم پیچی موجی ساده، و موجی مرکب (دو گانه و سه گانه)

تفاوت بین یک سیم‌پیچی حلقوی و سیم‌پیچی موجی در طرز قرار گرفتن سر کلاف ها روی تیغه های کلکتور می باشد. در حلقوی ساده ابتدا و انتهای یک کلاف به تیغه های مجاور هم وصل می شوند. در سیم‌پیچی موجی ابتدا و انتهای یک کلاف به تیغه هایی کاملا دور از هم متصل می گردند. بدین صورت که در یک موتور چهار قطب آنها در دو طرف کلکتور یعنی مقابل یکدیگر وصل می شوند، در موتور شش قطب آنها در فاصله یک سوم تیغه ها نسبت به یکدیگر قرار می گیرند. و در موتور هشت قطب در فاصله یک چهارم می باشند. به این ترتیب تعداد تیغه هایی که در محل اتصال می باشند با تعداد قطب ها در ارتباط است. در سیم پیچی حلقوی اتصال ابتدا و انتهای کلاف ها در تیغه های مجاور یکدیگر هستند که در شکل ۲۶-۵ نشان داده شده است. در یک سیم‌پیچی موجی اتصال ابتدا و انتهای کلاف ها در تیغه های دور از یکدیگر می باشند. (مطابق شکل ۲۷-۵).



**شکل ۲۶-۵: در سیم‌پیچی حلقوی ابتدا و انتهای کلاف‌ها کنار هم هستند و به تیغه‌های مجاور وصل می‌شوند.**



**شکل ۲۷-۵: در سیم‌پیچی حلقوی ابتدا و انتهای کلاف‌ها دور از یکدیگرند و هر کدام به تیغه‌ای معین در قسمتی از کلکتور وصل می‌شوند.**

در سیم‌پیچی موجی ۴ قطب جریان باید حداقل از دو کلاف عبور کند تا به تیغه بعدی از تیغه شروع برسد در ماشین های ۶ قطب جریان باید از میان سه کلاف عبور کند تا به تیغه مجاور تیغه شروع برسد. آرمیچردو قطب نمی‌تواند به صورت موجی سیم‌پیچی گردد.

## گام کلکتور

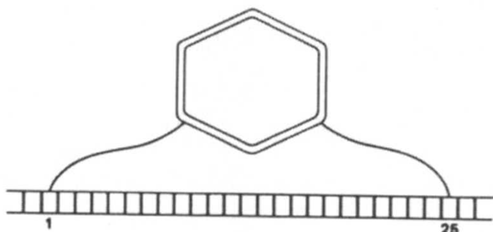
تعداد تیغه‌های بین ابتدا و انتهای یک کلاف را **گام کلکتور** می‌نامند و با c.p نمایش داده می‌شود.

$$c.p = \frac{\text{تعداد تیغه‌ها} \pm 1}{\text{سرهای یک کلاف}}$$

به عنوان مثال برای یک آرمیچر ۴ قطب با ۴۹ تیغه به صورت زیر می‌باشد:

$$c.p = \frac{49 \pm 1}{2} \text{ ۲۴ یا ۲۵}$$

بنابراین گام کلکتور ۲۴-۱ یا ۲۵-۱ می‌باشد بدین صورت که اگر گام کلکتور ۲۴ باشد سرها روی تیغه های ۱ و ۲۵ قرار می گیرند. (شکل ۲۸-۵)

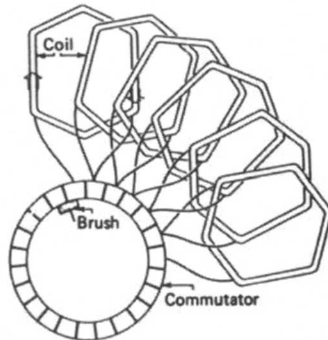



**شکل ۲۸-۵: اتصال ابتدا و انتهای یک کلاف، آرمیچر ۴۹ تیغه چهار قطب. بر طبق رابطه سر و ته کلاف باید ۲۴ تیغه از یکدیگر فاصله داشته باشند لذا در اینجا آنها به تیغه‌های ۱ و ۲۵ وصل شده‌اند.**

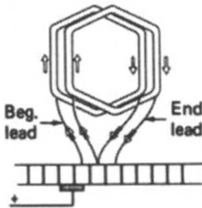
اگر گام کلکتور ۲۵ باشد آنگاه سرها روی تیغه های ۱و ۲۶ قرار می گیرند. در اینجا لازم به یادآوری این نکته است که برای سیم‌پیچ موجی چهار قطب باید تعداد تیغه‌های کلکتور فرد باشد. برای موتور شش قطب می‌تواند تعداد تیغه‌ها فرد یا زوج باشد و موتور هشت قطب باید تعداد تیغه‌ها فرد باشد. همچنین باید توجه کرد که تمام آرمیچرهای دو قطبی به صورت حلقوی سیم‌پیچی می‌شوند.

## سیم پیچ پیش‌رونده (راستگرد) و پس‌رونده (چپگرد)

بر اساس رابطه گام کلکتور $c.p = \frac{c \pm ۱}{p}$ دارای دو مقدار است اگر از گام با مقدار کوچکتر استفاده شود سیم پیچی در جهت چپ حرکت می کند. اگر از گام با مقدار بزرگتر استفاده شود سیم‌پیچی آرمیچر در جهت راست حرکت می کند. نوع سیم‌پیچی، پیش رونده (راستگرد) و پس رونده (چپگرد) نامیده می‌شوند هر کدام بصورت حلقوی و موجی سیم پیچی می‌شوند در سیم‌پیچی حلقوی ساده راستگرد جریان پس از عبور از کلاف انتهایی به تیغه‌ای وارد می‌شود که نسبت به نقطه شروع آن جلوتر است. این نوع سیم‌پیچی در شکل های ۲۹-۵ و ۳۱-۵ نشان داده شده است.

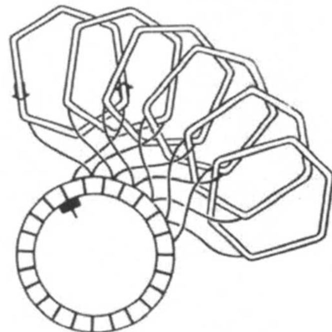



شکل ۳۱-۵: سیم‌پیچی حلقوی ساده راستگرد (پیش‌رونده)

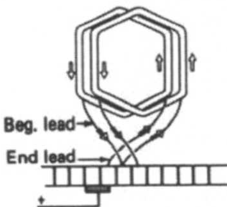



شکل ۲۹-۵: سیم‌بندی حلقوی ساده پیش‌رونده (راستگرد) جهت جریان در جهت عقربه‌های ساعت است.

در سیم‌پیچی حلقوی ساده چپگرد (پس رونده) جریان پس از عبور از کلاف انتهایی به تیغه‌ای وارد می‌شود که نسبت به نقطه شروع آن عقب تر می باشد. شکل های ۳۰-۵ و ۳۲-۵ نشان دهنده این نوع سیم‌پیچی می باشند.



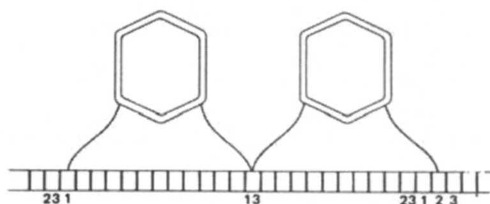
شکل ۳۲-۵: سیم‌پیچی حلقوی ساده چپگرد (پس‌رونده)



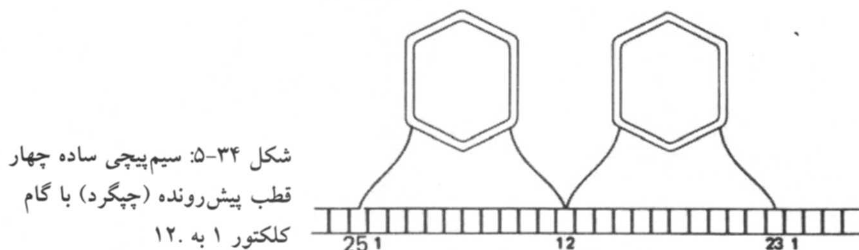

شکل ۳۰-۵: سیم‌پیچی حلقوی ساده پس‌رو(چپگرد). سرها به طور متقاطع روی یکدیگر قرار گرفته و به تیغه‌های مجاور هم متصل می‌گردند. جهت جریان عبوری خلاف جهت عقربه‌های ساعت است.

اگر سیم‌پیچی پیش رونده به سیم‌پیچی پس رونده تبدیل گردد. آرمیچر در جهت مخالف می چرخد.

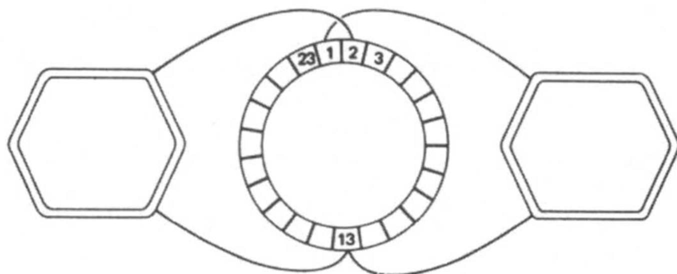
یک آرمیچر چهارقطب را در نظر بگیرید. با سیم‌پیچی موجی ساده پیش رونده (راستگرد) جریان از دو کلاف سری به سمت تیغه‌ای عبور می کند که بعد از نقطه شروع کلافها است. این نوع سیم‌پیچی در شکل های ۳۱-۵ و ۳۳-۵ مشخص شده است.




**شکل ۳۳-۵: سیم‌پیچی موجی ساده چهار قطب پیش رونده (راستگرد) با گام کلکتور ۱ به ۱۳ جریان از دو کلاف عبور می‌کند قبل از اینکه به تیغه مجاور با تیغه شروع برسد.**

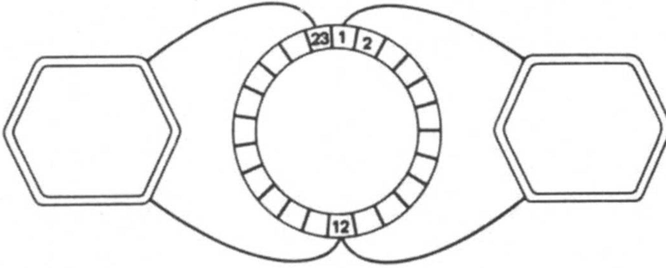



**شکل ۳۴-۵: سیم‌پیچی ساده چهار قطب پیش‌رونده (چپگرد) با گام کلکتور ۱ به ۱۲.**



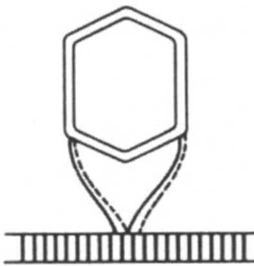

**شکل ۳۵-۵: سیم‌پیچی موجی ساده چهار قطب پیش‌رونده (راستگرد) با گام کلکتور ۱به ۱۳.**

در سیم‌پیچی موجی پس رونده (چپگرد) جریان پس از عبور از دو کلاف سری به تیغه‌ای وارد می شود که قبل از نقطه شروع کلاف هاست. شکل های ۳۲-۵ و ۳۶-۵ این مطلب را نشان می دهد.

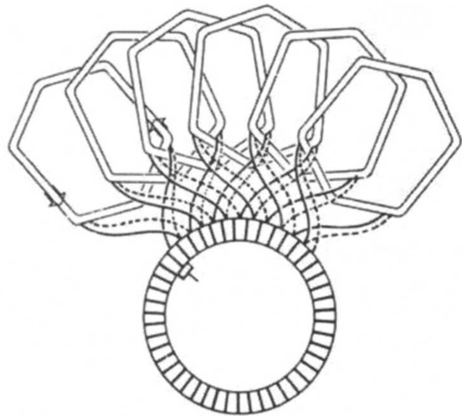



**شکل ۳۶-۵: سیم‌پیچی موجی ساده چهار قطب پیش‌رونده (چپگرد) با گام کلکتور ۱ به ۱۲.**

ارتباط کلاف های برای سیم پیچی حلقوی پیش رونده با دو کلاف در هر شیار در شکل ۳۷-۵ نشان داده شده است. چند کلاف برای حالت حلقوی ساده پس رونده (چپگرد) در شکل ۳۸-۵ نشان داده شده است.

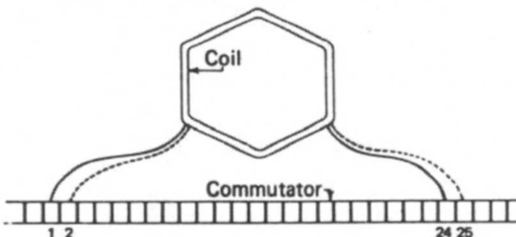


**شکل ۳۷-۵: دو کلاف از سیم‌پیچی حلقوی پیش‌رونده (راستگرد)**

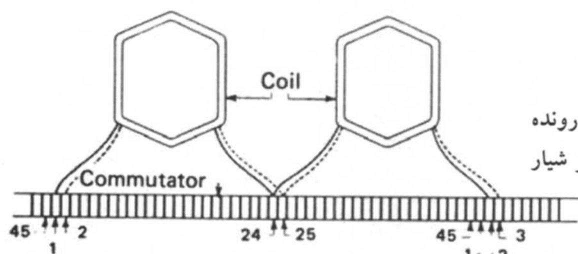


**شکل ۳۸-۵: چند کلاف از سیم‌پیچی حلقوی پس‌رونده (چپگرد) با دو کلاف در هر شیار**

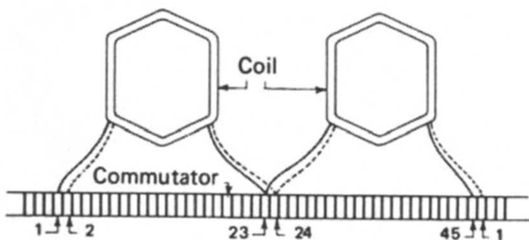
ارتباط کلاف های برای هر دو نوع سیم پیچی موجی با ۲۳ شیار و ۴۵ تیغه کلکتور با دو کلاف در هر شیار در شکل های ۳۹-۵ و ۴۰-۵ و ۴۱-۵ و ۴۲-۵ و ۴۳a-۵ نشان داده شده است.



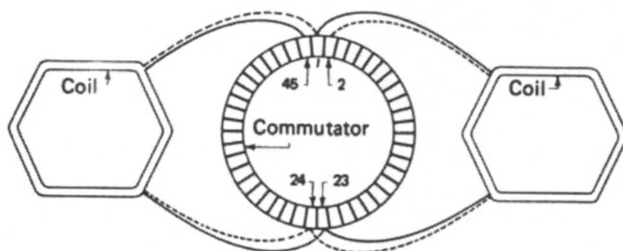

**شکل ۳۹-۵: کلاف سیم‌پیچی موجی**



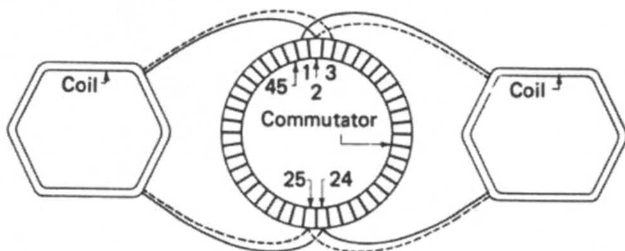

شکل ۴۰-۵: سیم‌پیچی موجی پیش رونده (راستگرد) دو کلاف در هر شیار




شکل ۴۱-۵: سیم‌پیچی موجی پس‌رونده (چپگرد) دو کلاف در هر شیار

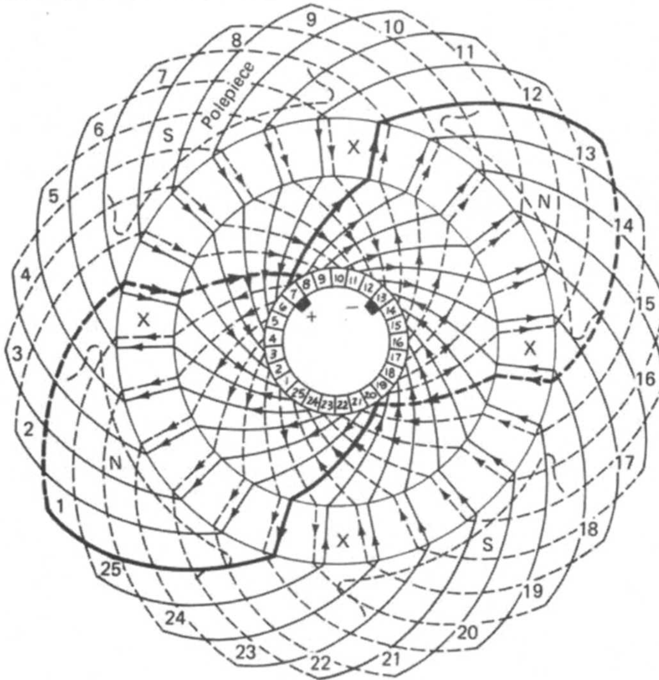



شکل ۴۲-۵: سیم‌پیچی موجی پس‌رونده (چپگرد)

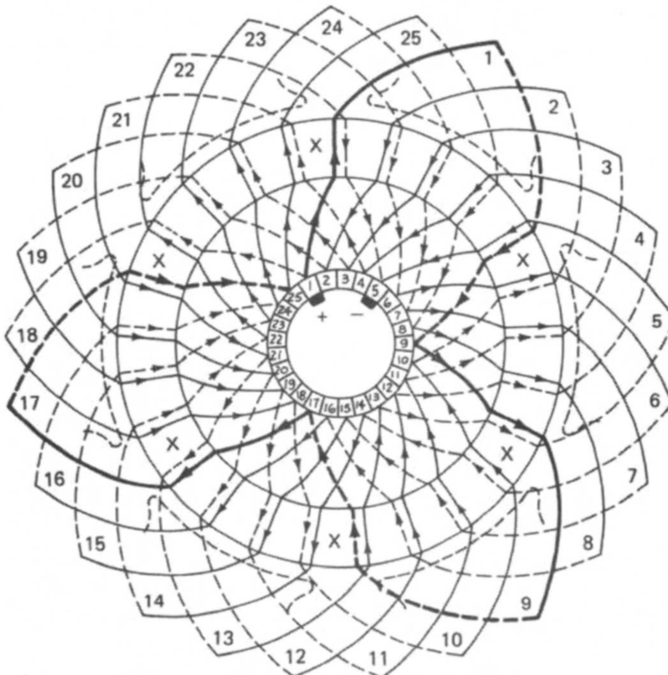



شکل ۴۳a-۵: سیم‌پیچی موجی پیش‌رونده (راستگرد)

دیاگرام مدور ۴۳b-۵ ارتباط کلاف های آرمیچری که به صورت موجی چهارقطب سیم‌پیچ شده نشان می‌دهد. قطب‌های استاتور توسط خط‌چین مشخص گردیده علامت x در هر قطب نشان دهنده مرکز آن قطب است. شکل ۴۳ c-۵ دیاگرام مدوری از آرمیچر سیم‌پیچی شده موجی شش‌قطب را نشان می‌دهد.




شکل ۵-۴۳b: دیاگرام مدوری از سیم پیچی موجی آرمیچر چهار قطب.




شکل ۵-۴۳c: دیاگرام مدوری از سیم‌پیچی موجی آرمیچر شش قطب.

### اتصالات متعادل‌کننده

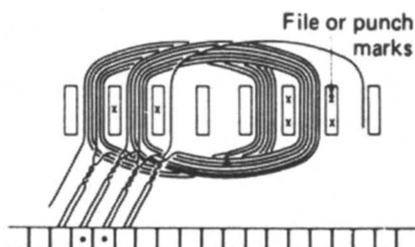
اتصالات متعادل‌کننده که معمولا اتصالات ضربدری نامیده می‌شوند برای کاهش جریانات گردابی در آرمیچرهای بزرگ dc استفاده می‌شود. جریان های گردابی به علت نا متقارن بودن فاصله هوایی میدان اصلی با آرمیچر ایجاد می‌شوند با اتصال تیغه های هم پتانسیل کلکتور به یکدیگر می‌توان آثار جریان های گردابی را کاهش داد. تیغه هایی که به یکدیگر وصل می‌شوند به تعداد قطب‌ها و تعداد تیغه‌های کلکتور بستگی دارند. بدین خاطر که اتصالات متعادل‌کننده اغلب در موتورهای ریپولسیون کاربرد دارد. این نوع اتصالات فقط در سیم‌پیچی حلقوی استفاده می‌شوند.

## بازپیچی آرمیچرها

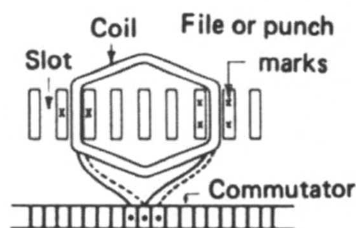
### برداشت اطلاعات

بازپیچی آرمیچرها اطلاعات جمع آوری و ثبت می‌شود تا باز پیچی بطور صحیح انجام شود . در اغلب کارگاه های آرمیچر پیچی از روش زیر استفاده می‌شود:

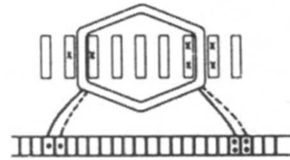
شمردن شیارها و تیغه های کلکتور، ثبت اتصال سر کلاف ها به وسیله علامت زدن شیارها و تیغه ها. (شکل های ۴۴-۵ و ۴۵-۵ و ۴۶-۵)




شکل ۴۴-۵: با علامت‌گذاری می‌توان مقادیر گام کلاف و گام کلکتور را روی آرمیچر تعیین کرد.




شکل ۴۵-۵: اطلاعات مربوط به گام و سرهای یک سیم‌پیچی حلقوی با علامت‌گذاری روی شیارها و تیغه‌های یک قسمت از آرمیچر ثبت می‌شود.



**شکل ۴۶-۵: اطلاعات مربوط به گام و سرهای یک سیم‌پیچی موجی روی شیارها و تیغه‌های یک قسمت از آرمیچر علامت‌گذاری می‌شود.**

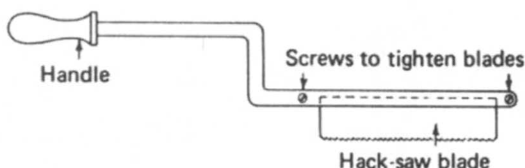
علامت گذاری توسط سوهان یا سمبه نشان انجام می شود . لازم است گام کلاف و محل اتصال سر کلاف ها تعیین گردیده و ثبت شود. این مسئله بسیار مهم است زیرا یک اتصال اشتباه سرکلاف ها باعث ایجاد جرقه و کارکرد نامطلوب آرمیچر می گردد. اگر کلاف از شیار یک به شیار هشت رفته است گام آن را ۸ - ۱ یادداشت کنید.

دیگر اطلاعاتی که باید تعیین شود مشخص نمودن تعداد کلاف در هر شیار و نوع سیم پیچی شامل فرم آن حلقوی ، راستگرد، چپگرد، ساعت گرد بودن و غیره و شمردن تعداد دور هر کلاف می‌باشد. اگر در تعیین تعداد دور با مشکل مواجه شدید یک کلاف را ببرید و سر سیم ها را بشمارید.

اگر سیم پیچی از نوع یک جفت کلاف در هر شیار بود. لازم است که تمام تعداد دورهای یک شیار را شمرده و مقدار آن را نصف کنید (تقسیم بر ۲) با این کار تعداد دور یک کلاف بدست می آید. اگر دو جفت کلاف در هر شیار باشد، تعداد شمرده شده را بر ۴ تقسیم کنید تا تعداد دوریک کلاف بدست آید. در آرمیچرهای بزرگ یک کلاف جهت فرم ساختاری نگهداری می شود تا کلاف های جدید به همان فرم تهیه شوند. قطر سیم توسط وسایل اندازه گیری مثل میکرومتر تعیین می گردد. لازم است نوع پوشش سیم ها از قبیل لاکی، کتانی، کتانی یک طرفه یا هر نوع پوشش جداکننده دیگر. نوع عایق های شیار یادداشت شود.

توجه: دقت کنید به ورقه های هسته آسیبی وارد نشود. عایق فیبر انتهایی دچار شکستگی نگردد. مطمئن شوید که تمام عایق‌ها را از شیارها خارج کرده‌اید. سر کلاف ها را از تیغه های کلکتور جدا نموده و اگر خورده سیم های شکسته روی تیغه ها باقی مانده باشد توسط تیغه اره آهن بُر، ذرات مس را جدا کنید. همچنین با استفاده از تیغه می توانید شکاف های تیغه کلکتور را به اندازه قطر سیم درآورید. در شکل ۴۷-۵

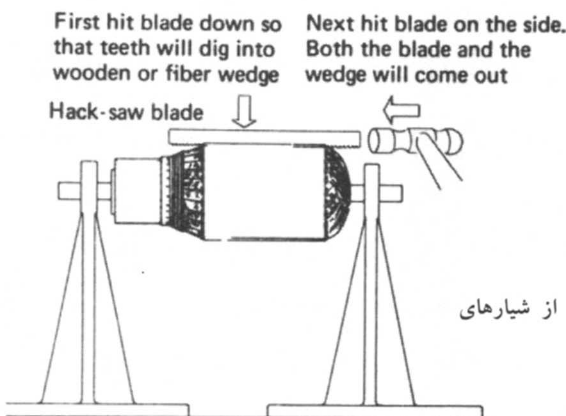
وسیله‌ای که برای این منظور مناسب می باشد نشان داده شده است.




**شکل ۴۷-۵: وسیله‌ای برای بریدن شیارهای بین تیغه‌ها کلکتور**

## باز کردن آرمیچر

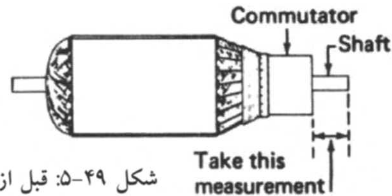
گوه ها در شیارها معمولا سفت و محکم هستند. بنابراین خارج کردن آنها مشکل است. برای بیرون کشیدن آنها بایستی دندانه های تیغه اره آهن بری را در گوه فرو کرد (شکل ۴۸-۵) وبا چند ضربه چکش در گوه محکم می شود. با ضربه های چکش در




**شکل ۴۸-۵: روش خارج کردن گوه‌ها از شیارهای آرمیچر یا استاتور**

راستای شیار، تیغه اره و گوه از شیار خارج می شود. باز کردن آرمیچرهای بزرگ عمدتا ساده‌تر است. بعد از قطع اتصال تمام سرسیم ها از کلکتور، نوار پیچی کلاف ها را باز کرده و میله‌ای را به حالت اهرم درآورده کلاف ها را یک به یک از داخل شیارها بیرون آورید. در آرمیچرهای کوچک با شیارهای نیمه‌بسته ابتدا آرمیچر را در کوره به حد کافی گرم می کنیم تا عایق ها و شارلاک ها نرم شوند برای انجام این کار لازم است که ابتدا کلکتور از روی محور برداشته شده و با استفاده از تیغه اره آهن بر یا ابزار برش یا یک دستگاه ماشین تراش تمام سیم ها را از کلکتور قطع کنید قبل از عملیات برش لازم است که تمام اطلاعات مورد نیاز از آرمیچر برداشته شود. همچنین سیم ها از قسمت

بالای آرمیچر بریده می شود. برای بیرون آوردن کلکتور از محور توسط پولی کش یا پرس هیدرولیک جای نسبتا وسیعی مورد نیاز است. مهم این است که فاصله کلکتور از انتهای محور دقیقا اندازه گیری شود. (شکل ۴۹-۵) تنظیم کلکتور با شیارها نیز حائز اهمیت است. (شکل ۱۰-۵).




شکل ۴۹-۵: قبل از پیاده کردن کلکتور این قسمت اندازه‌گیری می‌شود.

بعد از اینکه کلکتور را از محور آرمیچر خارج نمودید باید آرمیچر را به وسیله شعله اجاق به اندازه کافی حرارت داد تا عایق ها نرم شده و یا بسوزد. اگر شعله اجاق توانایی سوزاندن کامل عایق ها را ندارد می توان بعد از بریدن سیم کلاف ها را از انتهای آرمیچر بیرون کشید.

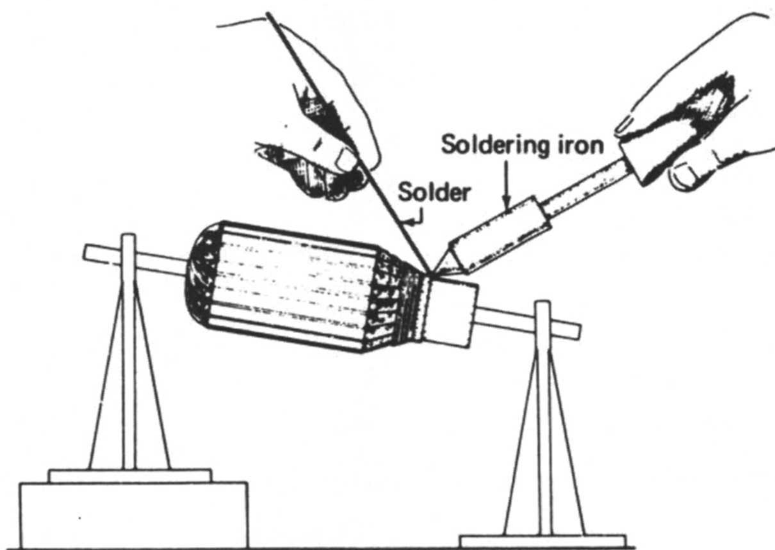
توجه: کلکتور را طبق اندازه گیری که قبلا انجام شده با دقت در محل صحیح خود پرس کنید. کلکتور باید در جای خود محکم شده تا در هنگام کار با آرمیچر حرکت نکند. برای محکم کردن آن از پرس استفاده کنید. قبل از سیم‌پیچی کلکتور را برای اتصال بدنه و اتصال کوتاه تیغه ها چک کنید.

## لحیم‌کاری کلکتور

بعد از اتمام عایق کاری و بازپیچی آرمیچر و جاسازی سرها روی کلکتور مرحله بعدی عایق کاری سر کلافهاست که باید توسط لحیم گاز یا لحیم کاری الکتریکی انجام شود. معمولا برای آرمیچرهای کوچک از لحیم کاری برقی و برای آرمیچرهای بزرگ از لحیم کاری با هوا (گاز) استفاده می شود. قطر سیم لحیم مورد استفاده به اندازه تیغه کلکتور بستگی دارد. می توان سر سیم ها را با جوش کاری مخصوص به تیغه ها جوش داد .

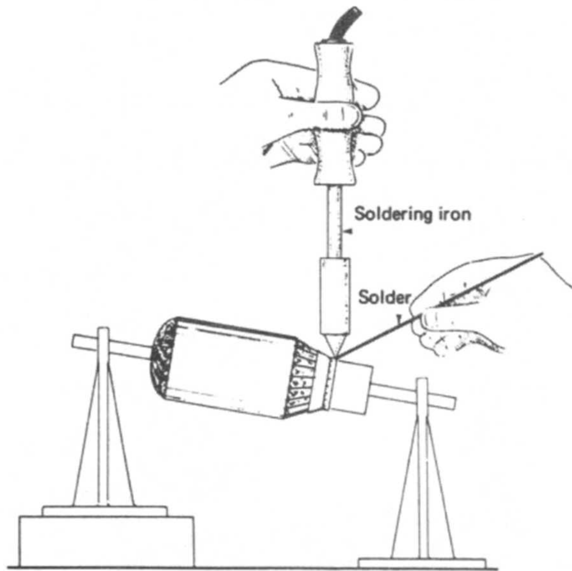
**دستور کار :**

سیم لحیم را بالای تیغه کلکتور روی هر سیم به طور جداگانه قرار دهید. نوک هویه را روی کلکتور بگذارید همانطور که در شکل ۵۰-۵ مشخص گردیده است. صبر کنید تا گرمای هویه به تیغه منتقل شود. گرما هنگامی منتقل می شود که روغن لحیم شروع به تبخیر می کند.




**شکل ۵۰-۵: لحیم کردن سرها به کلکتور هویه باید کمی مورب گرفته می‌شود.**

سیم لحیم را نزدیک هویه و روی تیغه قرار دهید و اجازه دهید که ذوب شده و در شیار تیغه کلکتور جاری شود. لحیم ذوب شده کاملا سر سیم کلاف را بپوشاند اجازه ندهید که لحیم ذوب شده به داخل کلکتور برگردد و روی کلاف ها ریخته شود. چون در این صورت اتصال کوتاه ایجاد می گردد. برای این کار انتهای آرمیچر را بالا نگه دارید. شکل ۵۱-۵ دقت باید کرد لحیم ذوب شده بین تیغه ها جاری نشود تا اتصال کوتاه بین تیغه ها بوجود نیاید. بعد از اتمام لحیم کاری لحیم های اضافی را کاملا پاک کنید.



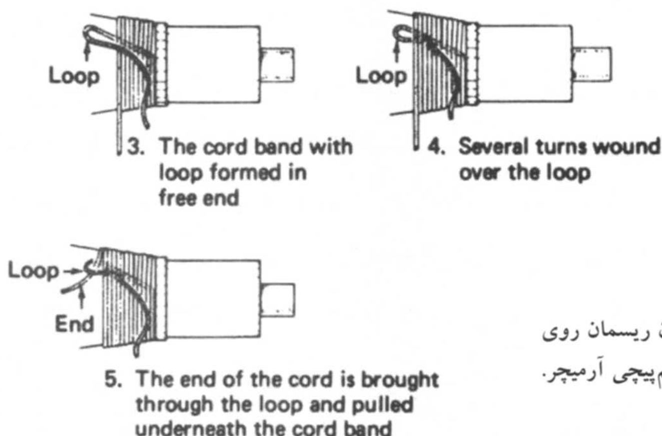

**شکل ۵-۵۱: هویه به طور عمودی قرار می‌گیرد تا از اتصال دو تیغه توسط لحیم جلوگیری شود.**

## نوارپیچی آرمیچر

باندهای نوار در آرمیچر وظیفه نگهداری سرکلاف‌ها را در محل خود دارند. در آرمیچرهای کوچک از یک باند پارچه‌ای استفاده می‌شود. بدین منظور که مانع از پرتاب و خروج سیم‌ها در هنگام چرخش آرمیچر می‌شود. در آرمیچرهای بزرگ از باندهای فولادی برای همین منظور استفاده می‌شود. برای آرمیچرهای بزرگ که از نوع شیار باز هستند، از فولاد یا باندهای نواری شکل استفاده می‌شود. با این کار از پرتاب کلاف‌ها به خارج از شیار در هنگام چرخش آرمیچر جلوگیری می گردد.

**باندهای پارچه‌ای**: نحوه قرار دادن یک باند پارچه‌ای در شکل ۵-۵۲ نشان داده شده است، روش کار نیز به صورت زیر است:

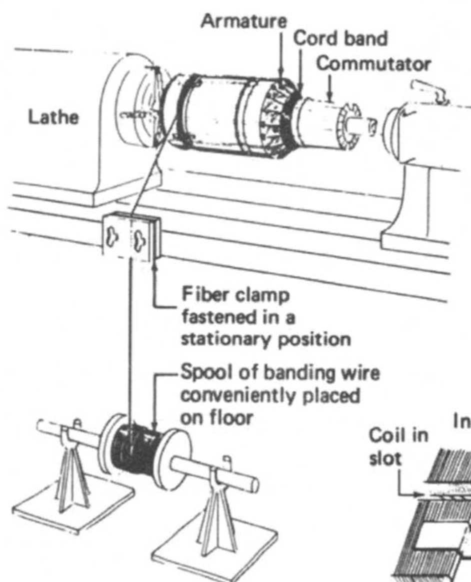
برای آرمیچرهای بزرگ از باند پارچه‌ای قوی با اندازه مناسب استفاده کنید و در مورد آرمیچرهای کوچک، باندهای سبک کاربرد دارد. از انتهای نزدیک به کلکتور شروع نموده و چند لایه بپیچید در حدود شش اینچ از انتهای شیارها را آزاد بگذارید. بعد از چند دور پیچیدن حلقه بزنید در مرحله ۳ شکل این حلقه مشخص شده است. سپس چند دور روی حلقه بپیچید. انتهای باند را از درون حلقه عبور داده و آن را



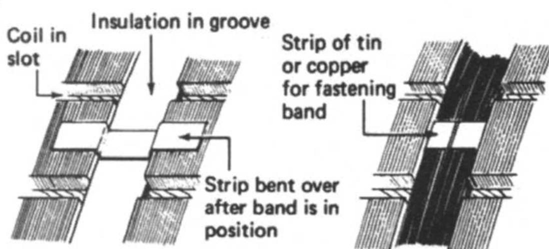

۵-۵۲: روش پیچیدن ریسمان روی سیم‌پیچی آرمیچر.

بکشید تا محکم شود. می‌توانید انتهای آزاد باند را ببرید. در هنگام پیچیدن از فشار کافی استفاده کنید تا باند کشیده و سفت شود.

**باند فولادی:** در آرمیچرهای از نوع شیار باز از باندهای فولادی استفاده شود. با این کار در هنگام چرخش آرمیچر، کلاف‌ها به بیرون پرتاب نمی‌شوند. باندهای فولادی در ابتدا و انتهای کلاف‌ها قرار می‌گیرند. نحوه قرار گرفتن این باندها با باندهای پارچه‌ای تفاوت می‌کند. شکل ۵-۵۳




شکل ۵-۵۳: روش بانداژ کردن آرمیچر با نوارهای فلزی



**دستور کار :**

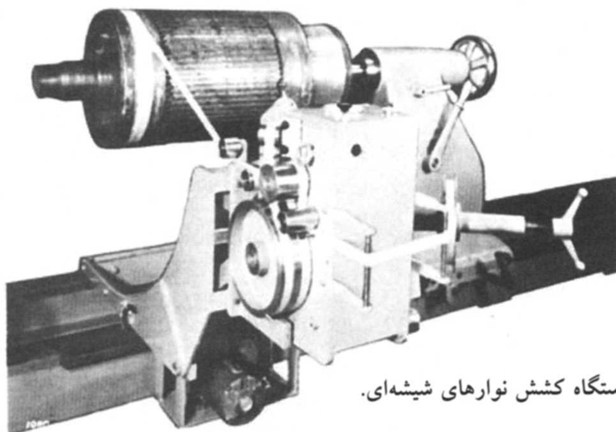
آرمیچر را در ماشین تراش قرار دهید و باندهای عایقی میکا یا کاغذ را به دقت روی شیارها بپیچید. به نحوی که کاملا شیار را بپوشاند. تعدادی نوار حلبی یا مسی بدون روکش را در فاصله‌های مناسب زیر باندها قرار دهید و لبه آنها را روی باند به هم برسانید. بدین ترتیب باندها در هنگام چرخیدن آرمیچر محافظت می‌شوند.

باندهای فولادی نسبت به باندهای پارچه‌ای با کشش و فشار بیشتری روی آرمیچر قرار می‌گیرند. برای اینکه فشار مورد نیاز تأمین شود از وسیله‌ای به نام گیره سیم استفاده می‌گردد. این وسیله شامل دو رشته است که توسط دو گیره خرچنگی و دو مهره به یکدیگر متصل می‌شوند. سیم‌ها از میان این گیره عبور می‌کند. آرمیچر را روی ماشین تراش قرار داده و همراه با چرخش آرام آرمیچر، سیم‌ها را از داخل آن عبور دهید. دقت کنید که فشار زیادی روی سیم‌ها اعمال نشود زیرا احتمال بریدگی سیم‌ها وجود دارد.

بعد از هر باند یک کلاف قرار دهید، نوار حلبی یا مسی را به سمت بالا بچرخانید و روی باند، لحیم کاری کاملی انجام دهید.

**باند نواری**

بسیاری از کارگاه‌ها استفاده از باندهای شیشه‌ای آغشته به پلیستر یا اپکسی را به باندهای فلزی ترجیح می‌دهند. این نوارها در آرمیچر یا رتورها تحت تنشی مشابه با باندهای فلزی کاربرد دارند. بهتر است هنگام به کار بستن نوارها، آرمیچر داغ باشد تا فضای خالی بین لایه‌ها پر شود. در این روش با فشار تقریبی ۵۰ پوند حدود ۵ لایه می‌تواند روی هم قرار گیرد. برای اینکه کاملا منافذ پوشیده شوند باید هنگامی که نوارها تحت فشار هستند، کاملا داغ و گداخته شوند. همچنین در بین لایه‌ها از آهن استفاده می‌شود. بعد از اتمام کار چند ساعتی طول می‌کشد تا کاملا خشک و محکم شود. شکل ۵۴-۵ دستگاه فشار روی باند شیشه‌ای را هنگام استفاده نشان می‌دهد.



**شکل ۵۴-۵: دستگاه کشش نوارهای شیشه‌ای.**

## آزمایش سیم‌پیچی جدید

بعد از بازپیچی و کامل کردن اتصالات، لازم است سیم پیچی از نظر اتصال حلقه، اتصال بدنه کاملا تست شوند. این کار بایستی قبل از شالاک کاری انجام شود زیرا انجام کارهای اصلاحی بعد از آن بسیار مشکل و یا غیرممکن است. جزئیات انجام این آزمایشات بعدا در قسمت عیب یابی و تعمیر خواهید دید.

## شارلاک‌کاری و پخت

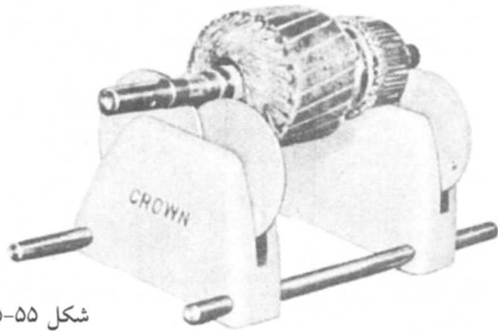
بعد از اینکه کار سیم‌پیچی، لحیم‌کاری و تست آرمیچر انجام شد، کار بعدی شارلاک‌کاری است. که از نفوذ رطوبت و ایجاد لرزش در سیم‌پیچها جلوگیری می نماید. لرزش سیم ها باعث آسیب دیدن عایق ها و ایجاد اتصال کوتاه می گردد.

آرمیچر می تواند توسط پخت روغن شارلاک، شارلاک‌کاری شود یا اینکه در معرض هوای داغ و خشک قرار گیرد، زمانی از هوای خشک استفاده می شود که پخت شالاک (روغن جلا) نامطلوب یا پرزحمت باشد. البته باید توجه داشت که پخت شالاک موثرتر است زیرا فقط طی عملیات پخت است که رطوبت از بین می رود.

## بالانس آرمیچر

بعد از شارلاک کاری آرمیچر، باید بالانس مکانیکی انجام گیرد. لرزش و صدای

غیرعادی ممکن است به خاطر نامتعادل بودن آرمیچر باشد و باید سریعا رسیدگی شود. بنابراین لازم است که آرمیچر قبل از قرار گرفتن در موتور بالانس شود. بالانس به روش های متعددی انجام می گیرد که یک نمونه آن در شکل ۵-۵۵ نشان داده شده است. برای بالانس کردن از دستگاه های مشابه نیز استفاده می شود.




**شکل ۵-۵۵: آرمیچر برای بالانس آماده شده**

### دستور کار:

آرمیچر را روی دستگاه بالانس گذاشته و به آرامی بچرخانید. آرمیچر در موقعیتی متوقف می شود که قسمت پایین سنگین تر از قسمت بالاست. برای جبران موقعیت سنگین لازم است که وزنه تعادل روبروی آن موقعیت روی آرمیچر نصب شود. روی شیارهایی که وزنه تعادل نصب می شود علامت بزنید. آنگاه دوباره تست بالانس را انجام دهید. لازم است که شیارهای علامت خورده در بالا بایستد. در غیر این صورت مجددا عملیات متعادل کردن تکرار شود.با قرار دادان سر سیم، تسمه مسی یا برنجی و گوه در داخل شیار ها آرمیچر بالانس می شود. مقدار وزنه لازم برای انجام بالانس بر طبق تجربه بدست می آید. این نوع بالانس، بالانس استاتیک نامیده می شود. روش دیگری به نام بلانس دینامیکی وجود دارد که به ماشینی با طراحی پیچیده نیاز دارد.

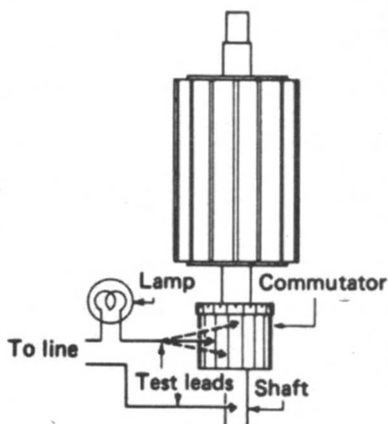
# عیب یابی و تعمیر

## آزمایشات

قبل از انجام سیم پیچی معمولا کلکتور را تست می کنند. این کار باعث می شود در حالتی که کلکتور معیوب است، تعمیرات راحت تر انجام شود. تست کلکتور برای اتصال بدنه و اتصال کوتاه بین تیغه ها انجام می شود.

## آزمایش اتصال بدنه کلکتور

کلکتور وقتی اتصال بدنه پیدا می کند که یک یا چند تیغه به هسته آهنی آرمیچر وصل شوند. اتصال تیغه ها و لامپ در شکل ۵-۵۶ مشخص گردیده است. یک سر لامپ آزمایش به محور و سر دیگر آن به تیغه های کلکتور وصل می شود. اگر عایق کاری تیغه ها سالم باشد، لامپ روشن نمی شود. در این حالت بین تیغه ها و محور، جرقه یا قوس الکتریکی پیدا نمی شود. سر لامپ آزمایش را به تیغه بعدی وصل کنید و همان تست قبلی را انجام دهید. این روش را ادامه دهید تا تمام تیغه ها را تست کنید. روشن شدن لامپ، نشان دهنده اتصال بدنه است.

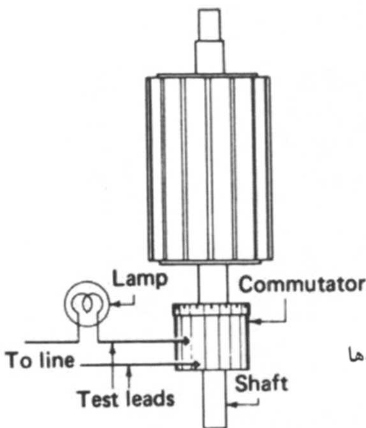



شکل ۵-۵۶: تست اتصال بدنه کموتاتور

## آزمایش اتصال کوتاه کلکتور

شکل ۵-۵۷ عیب عایق میکا را بین تیغه های کلکتور نشان می دهد. یک سر لامپ

آزمایش را به تیغه‌ای وصل کرده و سر دیگر آن را به تیغه مجاور متصل نمائید. نور لامپ آزمایش نباید قابل دیدن باشد. (به عبارت دیگر عایق میکا باعث کاهش نور لامپ می گردد تا حدی که رویت نشود) اگر نوری مشاهده شد نشان دهنده اتصال بین تیغه های مورد آزمایش است. هر یک از سرهای لامپ آزمایش را روی تیغه ها حرکت دهید و آزمایش را تکرار کنید. این روش را تا زمانی ادامه دهید که تمام تیغه ها تست گردد.



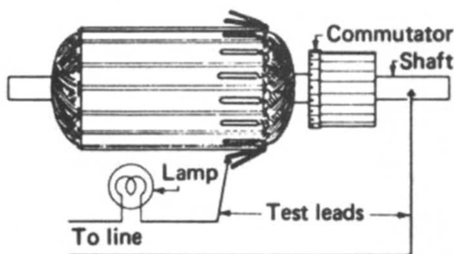

شکل ۵-۵۷: مدار آزمایش برای پیدا کردن اتصال کوتاه بین تیغه‌ها

## تست سیم‌پیچی

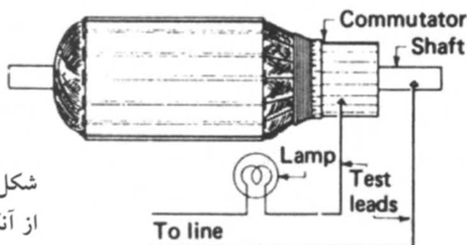
پس از سیم پیچی آرمیچر و اتصال سر کلاف ها به تیغه های کلکتور لازم است آرمیچر تست شود تا معایب سیم پیچی را مشخص کرده و عیوب را برطرف کرد. این عیوب شامل اتصال بدنه اتصال کوتاه مدار باز و کلاف معکوس می باشند که توسط گرولر یا میلی ولتمتر انجام می گیرد.

## آزمایش اتصال بدنه

بعد از بازپیچی آرمیچرارتباط کاف ها را از لحاظ اتصال بدنه آزمایش می کنند مناسب ترین وسیله آزمایش لامپ سری است قبل از آنکه سر کلاف ها به تیغه ها وصل شوند آزمایش اتصال بدنه بر اساس شکل ۵۸ - ۵ انجام می شود و پس از آن که سر کلاف ها به تیغه ها وصل شدند آزمایش اتصال بدنه بر اسالس شکل ۵۹ - ۵ خواهد بود.



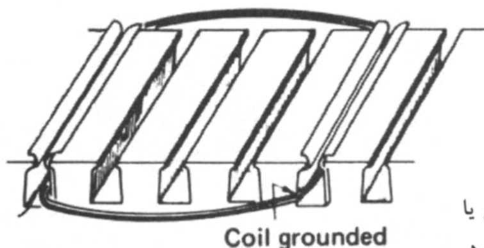

**شکل ۵۸-۵: آزمایش سیم‌پیچی برای اتصال بدنه قبل از اینکه سرها به کلکتور وصل شوند.**




**شکل ۵۹-۵: آزمایش کامل آرمیچر برای اتصال بدنه بعد از آنکه سرها به کلکتور وصل شده‌اند.**

اگر قبل از اتصال سرها به کلکتور (شکل ۵۸-۵) لامپ روشن شود نشان دهنده اتصال بدنه کلاف است که باید قبل از هر کاری رفع عیب شده و اتصالی برطرف شود. محل دقیق اتصال بدنه باید تعیین شود تا علت آن برطرف گردد. اتصال بدنه سیم پیچ ها معمولا در گوشه های شیارهای خم های تند و تیز کلاف یا داخل شیارها اتفاق می افتد. این امر در صورتی در داخل شیارها رخ می دهد که لایه های هسته خارج از مکان خود باشند. اگر سر کلاف ها به کلکتور وصل باشند و لامپ آزمایش روشن شود می توان نتیجه گرفت یا کلاف ها به بدنه وصل شده اند یا تیغه های کلکتور.

روش تعیین مکان اتصال بدنه بدین صورت می باشد: سیم پیچ ها را در قسمت انتهایی شیار ها از لحاظ جا به جایی عایق ها و اتصال سیم ها به بدنه بررسی کنید. شکل ۶۰-۵

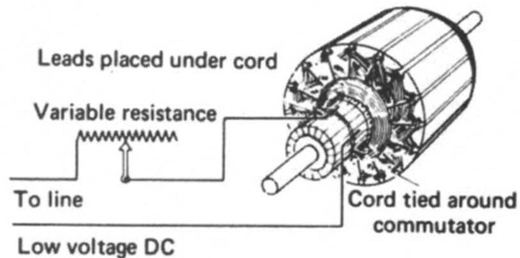



**شکل ۶۰-۵: کلاف ممکن است به دلیل پارگی یا برش نامناسب عایق‌ها به بدنه متصل شود.**

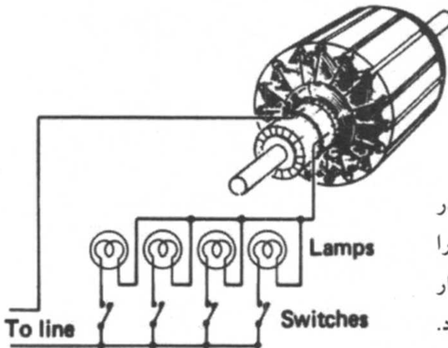
در سیم‌پیچ جدید ممکن است عایق از مکان خود جابجا شود. اگر نتوان محل اتصالی را تعیین کرد. به وسیله گرولر یا تستر تعیین می‌شود.

## آزمایش تیغه به تیغه توسط تستر

در مدار شکل ۶۱-۵ از منبع تغذیه DC با ولتاژ پائین استفاده می‌شود. مانند یک باطری یا شبکه ۱۱۰ ولتی که یک یا چند لامپ با آن سری شده‌اند. مطابق شکل ۶۲-۵

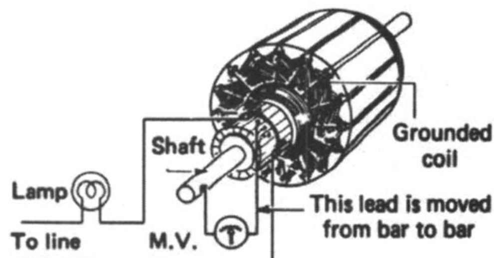



شکل ۶۱-۵: مقاومت متغیری در مدار قرار می‌گیرد تا مقادیر بدست آمده در یک رنج مناسبی باشد.



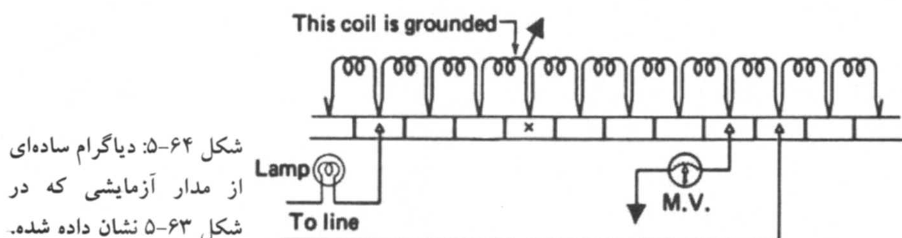

۶۲-۵: لامپ‌ها با ولتاژ ۱۱۵ ولت به طور سری در مدار قرار می‌گیرند تا جریان مورد نیاز آرمیچر را تامین کنند. کلیدهای ۱ و ۲ و ۳ و ۴ می‌توانند در مدار وصل شوند که بستگی به مقدار جریان عبوری دارد.

چند دور ریسمان روی کلکتور بپیچید و سرهای تستر را زیر آن قرار دهید. مانند شکل ۶۳-۵

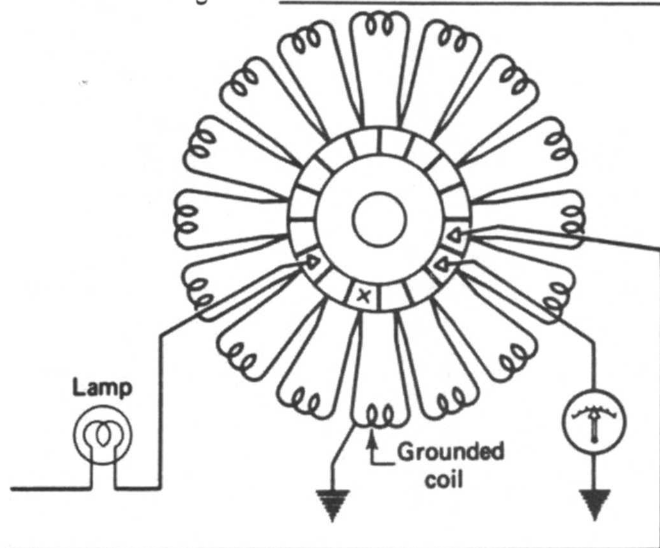



شکل ۶۳-۵: تست آرمیچر برای اتصال بدنه، یک سر میلی ولتمتر تیغه به تیغه حرکت می‌کند تا وقتی که دستگاه اندازه‌گیری کمترین مقدار را نشان داد. کلاف اتصال بدنه به آن تیغه وصل شده است.

یک سر میلی ولتمتر dc را به محور و سر دیگر آن را روی تیغه های کلکتور قرار دهید. در محل اتصالی، عقربه دستگاه منحرف می شود. سر وصل شده به کلکتور را تیغه به تیغه حرکت دهید کلاف هایی که اتصال بدنه دارند مشخص می شوند و باید رفع اتصال شوند. شکل های ۴-۵ و ۶۵-۵ طرح شماتیکی از این آزمایش را نشان می دهند.




شکل ۶۴-۵: دیاگرام ساده‌ای از مدار آزمایشی که در شکل ۶۳-۵ نشان داده شده.



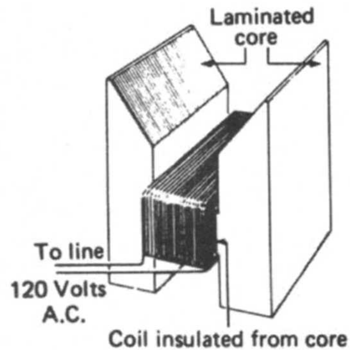

شکل ۶۵-۵: مدار کاملی از نحوه آزمایش اتصال بدنه.

تذکر: در یک موتور دو قطب بایستی سرهای آزمایشی در اضلاع روبروی هم روی کلکتور قرار گیرند. مقدار خوانده شده توسط ولتمتر مربوط به تیغه های بین دو سر آن می باشد. در موتور چهار قطب این فاصله $\frac{1}{4}$ تعداد تیغه ها و در موتور ۶ قطب $\frac{1}{6}$ آنها می باشد و همینطور تا اخر اجازه دهید جریان کمی از آرمیچر عبور کند تا جائیکه انحراف عقربه به اندازه سه چهارم کل صفحه مدرج شود. مقدار جریان مورد نیاز به وسیله تعداد لامپ ها یا ولتاژ باتری کنترل می شود.

## آزمایش با گرولر

یک دستگاه گرولر در شکل ۶۶-۵ نمایش داده شده، گرولر دستگاهی است که محل اتصال بدنه و اتصال کوتاه بین حلقه ها را تعیین می کند. این دستگاه شامل سیم‌پیچی است که روی یک هسته آهنی پیچیده شده و به ولتاژ ۱۲۰ ولت AC وصل می شود. هسته معمولا حالت H شکل دارد و قسمتی از بالای آن برش خورده که محل قرار گرفتن آرمیچر می باشد.

زمان اعمال جریان متناوب به گرولر در کلاف های آرمیچر ولتاژ القایی ایجاد می گردد.

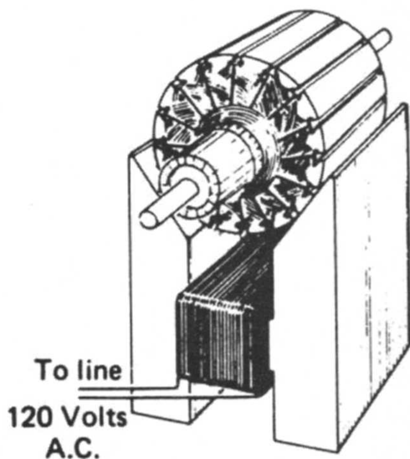



**شکل ۶۶-۵: گرولر دارای هسته‌ای لایه لایه می‌باشد که آرمیچر سیم‌پیچی شده روی آن قرار می‌گیرد.**

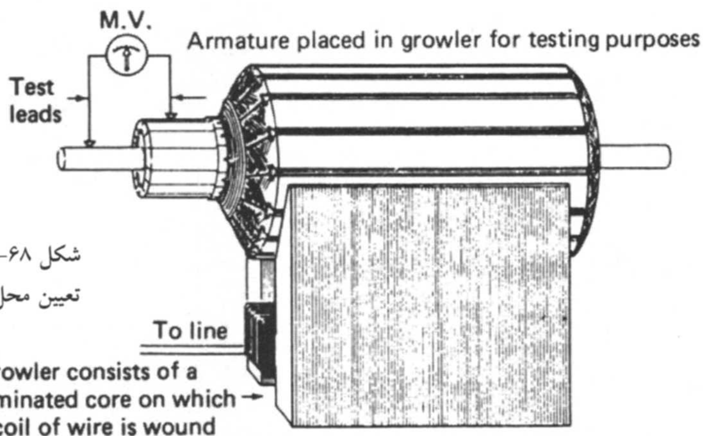
**دستور کار** :آرمیچر را روی گرولر قرار داده و جریان را به آن اعمال کنید. یک سر میلی ولتمتر را به قسمت بالایی کلکتور وصل کنید. سر دیگر آن را به محور متصل کنید. اگر عقربه منحرف شد آرمیچر را بچرخانید و تیغه دیگری را به سمت بالا قرار دهید و آزمایش را مانند قبل تکرار کنید. تمام تیغه ها را بدین ترتیب تست کنید در مواردی که عقربه میلی ولتمتر منحرف نمی‌شود اتصال کوتاه وجود دارد لازم در این وضعیت تیغه و کلاف را از نظر اتصال بدنه بررسی کرد و اتصال بدنه را بر طرف کرد.

## عیب‌یابی بدون دستگاه گرولر

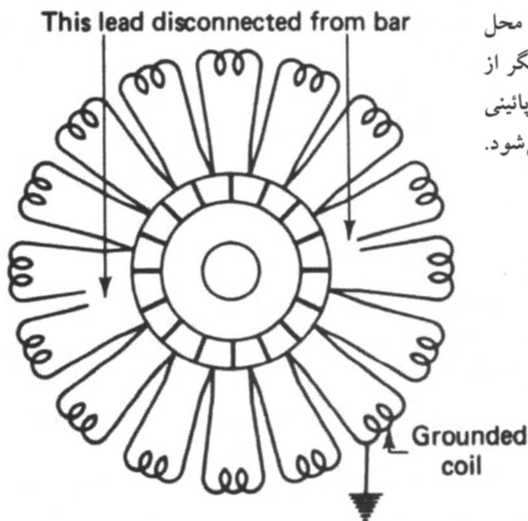
مطابق شکل ۶۹-۵، دو سر کلاف ها را که در تیغه های روبرو اتصال دارند از تیغه ها باز کنید .




شکل ۶۷-۵: آرمیچر برای
آزمایش روی گرولر قرار گرفته

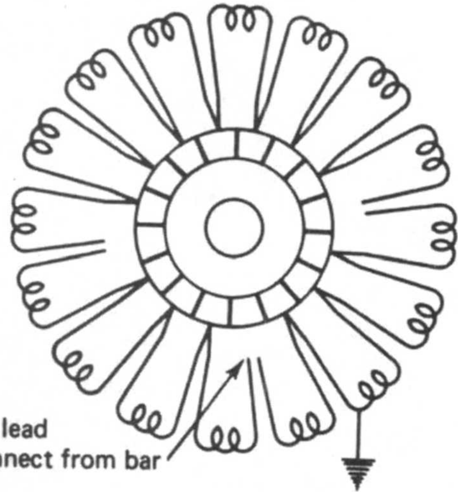



شکل ۶۸-۵: آزمایش گرولر برای
تعیین محل کلاف اتصال بدنه




شکل ۶۹-۵: روش دیگری برای تعیین محل
کلاف اتصال کوتاه سرهای مقابل یکدیگر از
کلکتور جدا شده و در این حالت نصف پائینی
آرمیچر آزمایش می‌شود.

از طریق لامپ سری آزمایش را دنبال کنید یک سر لامپ را به محور اتصال دهید و سر دیگر را به سر کلافی که قطع شده است وصل کنید اگر لامپ روشن نشد نیمه مسیر مربوط به این کلاف سالم است و اتصالی در نیمه دوم قرار دارد. شکل ۷۰ - ۵




**شکل ۷۰-۵: قطع سرها در میان قسمتی از اتصال بدنه وجود دارد و آزمایش یک چهارم آرمیچر برای تعیین محل عیب**

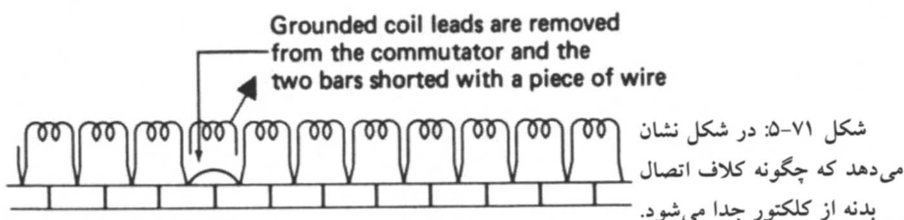
پس از آنکه نیمه طرف اتصای مشخص شد این نیمه را به دو قسمت مطابق شکل ۷۰ - ۵ تقسیم می کنیم و از تیغه وسط دو نیمه، سر کلاف ها را باز می کنیم و یک سر لامپ را به سر یکی از کلاف های باز شده وصل می کنیم و سر دیگر لامپ به محور وصل است اگر لامپ روشن شود اتصالی در $\frac{1}{4}$ آرمیچر در طرف کلاف باز شده قرار دارد این روش را ادامه می دهیم تا کلاف اتصال بدنه را پیدا کرده و رفع اتصال کنیم.

## رفع اتصال بدنه از کلاف

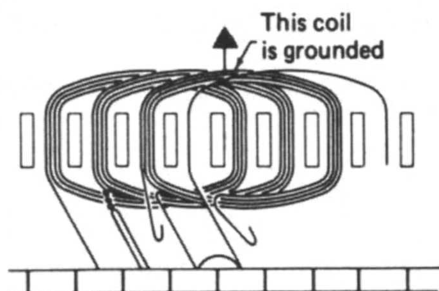
بعد از اینکه کلاف معیوب تعیین گردید. لازم است که در صورت امکان تعمیر گردد. معمولاً علت اتصال بدنه معیوب بودن و شکست عایق شیارها و یا فشار ورقه های هسته در یک نقطه به کلاف ها می باشد. اگر علت ایجاد عیب با چشم قابل دیدن باشد به سرعت قابل اصلاح می باشد. این کار با قرار دادن عایق جدیدی یا تنظیم ورقه های هسته امکان پذیر می باشد. اگر عیب مورد نظر با چشم قابل دیدن نباشد، لازم است تمام و یا قسمتی از سیم پیچ باز شود و عایق های آن بیرون آورده شود تا محل

عیب تعیین گردد. روش اول کاملاً مطلوب است ولی عوامل دیگری مانند زمان، هزینه و نوع کارگاه در استفاده از روش دوم مؤثر می باشند.

روش دوم شامل مراحلی بدین شرح می باشد. سرهای کلافی را که اتصال بدنه شده از تیغه های کلکتور قطع کنید توسط سیمی تیغه ها را به یکدیگر وصل کنید. شکل های ۷۱-۵ و ۷۲-۵ مراحل کار را نشان می دهند.

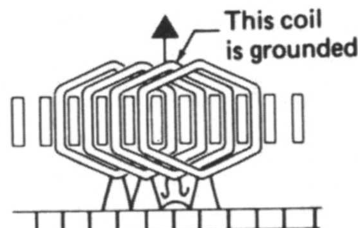



**شکل ۷۱-۵: در شکل نشان می‌دهد که چگونه کلاف اتصال بدنه از کلکتور جدا می‌شود.**

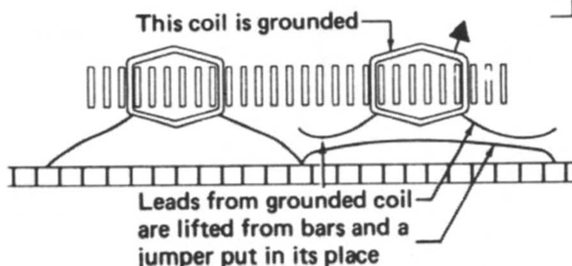



**شکل ۷۲-۵: قطع کلاف اتصال بدنه از یک حلقه سیم‌پیچی.**

شکل های ۷۳-۵ و ۷۴-۵ به ترتیب نشان می دهند که چگونه این روش در مورد یک سیم پیچ حلقوی یا یک سیم پیچ موجی انجام می شود.




**شکل ۷۳-۵: قطع کلاف اتصال بدنه در یک سیم‌پیچی حلقوی.**




**شکل ۷۴-۵: قطع کلاف اتصال بدنه در یک سیم‌پیچی موجی**

گرچه این روش اجازه می دهد که کلاف معیوب در آرمیچر باقی بماند اما نتیجه آن خارج کردن کلاف از مدار الکتریکی آرمیچر است. چون کلاف اتصال کوتاه در دو محل مختلف قرار می گیرد. بایستی آن را از وسط ببرید تا خاصیت سلفی آن از بین برود. برای تعیین اینکه آیا اتصال بدنه در دو نقطه واقع شده یا نه آرمیچر را در گرولر قرار داده و تست اتصال کوتاه را انجام دهید.

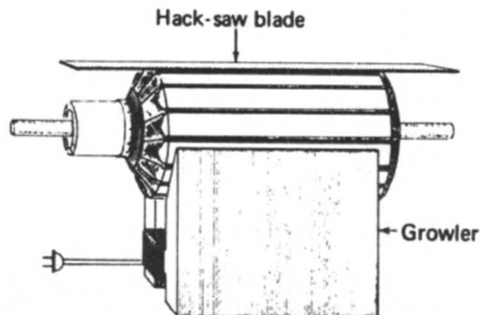
## آزمایش اتصال کوتاه کلاف‌ها

در سیم‌پیچی جدیدی معمولا در اثر کوبیدن بیش از حد کلافها جهت استحکام کار، اتصال کوتاه ایجاد می شود. مخصوصا اگر سیم‌پیچ محکمی ایجاد شده باشد. این اتصالات زمانی رخ می دهد که دو حلقه از یک کلاف با یکدیگر، یا یک کلاف با کلاف بعدی ارتباط الکتریکی داشته و یا هنگامی که بازوی کلاف ها در یک شیار به هم متصل می شوند.

## آزمایش توسط گرولر

**دستور کار :**

آرمیچر را روی گرولر گذاشته و جریان را برقرار کنید. قطعه فلز نازکی مانند تیغه اره آهن بر بالای شیار آرمیچر نگهدارید. همانطور که در شکل ۷۵-۵ نشان داده شده است.

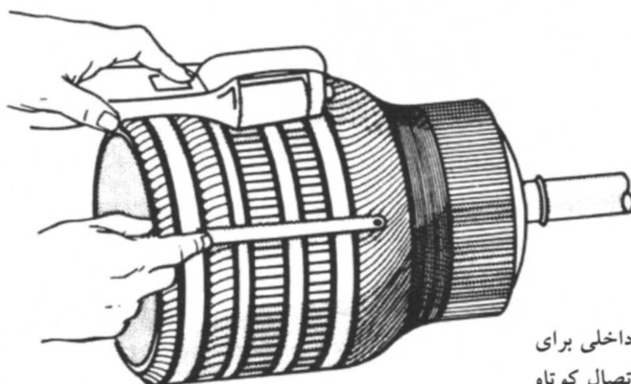



**شکل ۷۵-۵: تست آرمیچر برای اتصال کوتاه با قرار دادن تیغه اره روی شیار بالایی**

تیغه اره باید مستقیما در امتداد شیار قرار گیرد. اگر کلافی که در آن شیار است دارای اتصال کوتاه باشد.

تیغه به تندی شروع به لرزش کرده و صدای خرخری ایجاد می کند. اگر تیغه اره ساکن باشد و حرکتی نکند، نشان دهنده این است که در کلاف تحت آزمایش اتصالی وجود ندارد. بعد از اینکه تیغه های قسمت بالایی تست شدند آرمیچر را بچرخانید و تعدادی دیگر از تیغه ها را در سمت بالا قرار داده و آزمایش را تکرار کنید. همین روند را ادامه دهید تا آرمیچر کاملا تست شود. اگر آرمیچر بسیار بزرگ باشد، می توان گرولر را در بالا قرار داده و به همین روش آزمایش را انجام داد. در بعضی از کارگاهها گرولر یک طرفه نصب گردیده بنحوی که می تواند به سمت بالا و پائین حرکت کند. هنگام آزمایش آرمیچر روی سه پایه ای در مجاورت گرولر نصب می شود.

به همان صورت که از گرولر داخلی برای آرمیچر استفاده می شود، برای استاتور نیز به همان شکل استفاده می گردد. بعضی از آنها حساسگر داخلی دارند. گرولری که دارای شاخک حسگر است نیازی به تیغه اره یا چیزی شبیه آن ندارد. این نوع گرولر مخصوصا برای استاتورهای کوچکی مناسب است که جایی برای حسگر مجزا ندارند. شکل ۷۶-۵ گرولر داخلی را همراه با حسگر مجزا نشان می دهد که برای آرمیچرهای بزرگ استفاده می شود. اتصال کوتاه در کلاف زیر گرولر باعث می شود که تیغه اره در سمت دیگر کلاف مرتعش شود. آرمیچری را که دارای اتصال متقاطع یا مساوی است، نمی توان توسط تیغه اره آزمایش کرد. در این نوع آرمیچرها تیغه روی هر شیاری مرتعش می شود، بنحوی که بنظر می رسد تمام کلاف ها اتصال کوتاه شده اند. در صورتیکه اینطور نیست و لازم است که این نوع آرمیچرها با ولتمتر تست شوند.

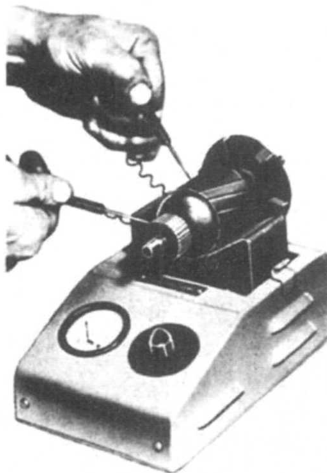


**شکل ۷۶-۵: استفاده از گرولر داخلی برای تعیین محل اتصال کوتاه**

یک کلاف اتصال کوتاه شده اعم از اینکه سیم پیچی حلقوی یا موجی باشد ، باعث لرزش تیغه در بالای دو شیار می باشد. بدینگونه شیارهایی که کلاف اتصال کوتاه دارند تعیین می شوند. این شیارها باید توسط یک تکه گچ علامت زده شوند. اگر تعداد شیارهایی که تیغه را می لرزانند بیش از دو شیار باشد، احتمال دارد که تعداد کلاف های اتصال کوتاه بیشتر از یک کلاف باشد. در یک سیم پیچی موجی چهار قطب اگر بین دو تیغه همجوار اتصال کوتاه شود ، تیغه در چهار ناحیه دچار لرزش می شود. در یک سیم پیچی موجی شش قطب امکان لرزش در شش ناحیه تیغه وجود دارد.

در سیم پیچی حلقوی یا موجی، نشان کردن سر کلاف هایی که معیوب می باشند ساده است و به راحتی می توان تشخیص داد کلاف اتصالی به کدام تیغه کلکتور وصل است. این موضوع در سیم پیچی موجی کمی مشکل تر است و باید از ولتمتر استفاده شود. این امر مخصوصاً زمانی است که دو تیغه کلکتور با یکدیگر اتصال کوتاه شوند.

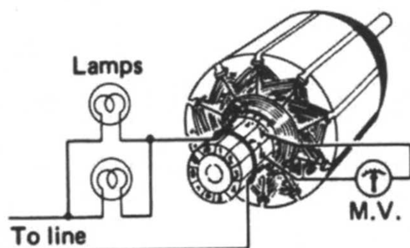
شکل ۷۷-۵ گرولری را با دو فیش و ولتمتر برای آزمایش اتصال زمین نشان می دهد، این آزمایش اتصال کوتاه یا مدار باز نشان می دهد. روش تست اتصال کوتاه همانطوری است که در بالا ذکر شد.



**شکل ۷۷-۵: از گرولر خارجی برای آزمایشات اتصال کوتاه، مدار باز و اتصال بدنه استفاده می‌شود.**

## آزمایش ولتمتر تیغه به تیغه

برای پیدا کردن کلاف های اتصال کوتاه شده معمولا از جریان مستقیم استفاده می شود. دستورالعمل آن بدین شرح است: آرمیچر را روی پایه ها قرار دهید و جریان مستقیم را به کلکتور وصل کنید. از مدار شکل ۷۸-۵ استفاده کنید.




**شکل ۷۸-۵: آزمایش تیغه به تیغه برای تعیین اتصال کوتاه کلاف‌های آرمیچر. قرائت مقادیر بسیار کم یا بسیار زیاد توسط میلی ولتمتر نشان‌دهنده وجود اتصال کوتاه است.**

سیم های رابط یک میلی ولتمر dc را روی تیغه های مجاور هم قرار دهید. جریان را به اندازه‌ای تغییر دهید تا عقربه به $\frac{۳}{۴}$ صفحه مدرج منحرف شود. اگر کلاف ها به درستی به تیغه ها وصل باشند، انحراف عقربه به چشم می خورد. ترمینال های ولت متر را به تیغه های ۲و۳ منتقل کرده و انحراف عقربه را مشاهده کنید. عقربه باید به همان اندازه قبلی منحرف شود. اگر انحراف عقربه ولتمتر کمتر یا بیشتر از حالت قبل بود، در کلافی که به این تیغه ها متصل است اتصال کوتاه رخ داده است.

**توجه** : خواندن مقدار کمتر توسط میلی ولت متر نشان دهنده اینست که تعداد دور آن کلاف کمتر از دیگر کلاف هاست. در سیم پیچی های مختلف تفاوت بین مقادیر قرائت شده بسیار جزئی است. به این دلیل که کلاف روی دیگر کلاف ها نسبت به بقیه مقداری بزرگتر است. برای تعیین اینکه آیا قرائت مقدار کمتر بدلیل اتصال کوتاه است یا نه، آرمیچر را روی گرولر قرار داده و آزمایش اتصال کوتاه را انجام می دهیم. اگر آزمایش با گرولر عیبی را مشخص نکرد می توان نتیجه گرفت که مقدار کم ولتاژ نشان داده شده، بدلیل کم بودن تعداد حلقه های آن کلاف است. در یک سیم پیچی موجی چهار قطب کلاف اتصال کوتاه شده با آزمایش حدود نصف کلاف ها تعیین می شود.

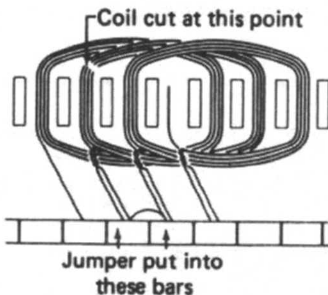
## حذف کلاف اتصال کوتاه‌شده

اگر بیش از یک یا دو کلاف اتصال کوتاه شده باشند. به نظر می رسد که آرمیچر به مدت چندین سال کار کرده است و بهتراست آرمیچر باز پیچی شود. زیرا به احتمال زیاد گرمای ضمن کار و حرارت بیش از حد باعث شکسته شدن و سوختن عایق ها گردیده و با بررسی بیشتر به تعداد کلاف های اتصال کوتاه شده بیشترمواجه خواهیم شد. اگر یک یا دو کلاف اتصال کوتاه شده باشند و باقی سیم پیچی سالم باشد می توان کلاف های معیوب را قطع و از مدار خارج کرد بدون اینکه در کارآیی موتور تأثیر زیادی بگذارد. روش کار برای قطع کلاف های اتصالی به نوع آرمیچربستگی دارد.

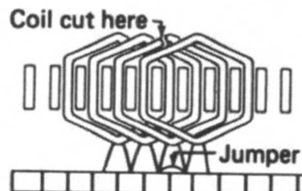
## قطع کردن کلاف اتصال کوتاه در سیم‌پیچی حلقوی

با مشخص شدن کلاف معیوب، حلقه‌های کلاف بریده شده و دو سر آن از تیغه های کلکتور جدا می شود دقت باید نمود که تمام حلقه های کلاف بریده شوند تا از ایجاد جریان القائی جلوگیری گردد و روی دیگر کلاف ها اثر نگذارند.

بریدن کلاف باعث می گردد که مدار الکتریکی سیم پیچی باز شود. برای برقراری جریان در مدار آرمیچر، دو تیغه را که دو سر کلاف معیوب به آن ها وصل بودند با یک سیم به هم اتصال می دهیم تا مدار الکتریکی آرمیچر کامل شود. شکل های ۷۹-۵، ۸۰-۵، ۸۱-۵ روش کار را نشان می دهند و شکل ۸۲-۵ از دید دیگری مدار ۸۱-۵ را نشان می دهد.




شکل ۷۹-۵: قطع کلاف اتصال کوتاه و وصل سیم اتصالی بین دو تیغه مربوط به این کلاف.




شکل ۸۰-۵: بریدن و خارج کردن کلاف اتصال کوتاه از سیم‌پیچی آرمیچر.

این روش زیاد توصیه نمی شود. زیرا ممکن است کلافی که معین شده داخل شیار در زیر قرار گرفته باشد و بنابراین دسترسی به آن جهت بریدن بسیار مشکل است. در مجموع این امکان وجود دارد که هنگام قطع کلاف معیوب دیگر کلاف ها نیز آسیب ببینند.

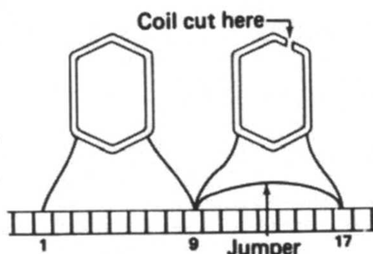
لذا این روش برای حالتی توصیه می گردد که مسئله زمان مطرح باشد یا نیاز به تعمیر موقت داشته باشیم.

### قطع کلاف اتصال کوتاه در سیم‌پیچی حلقوی با اندازه متوسط

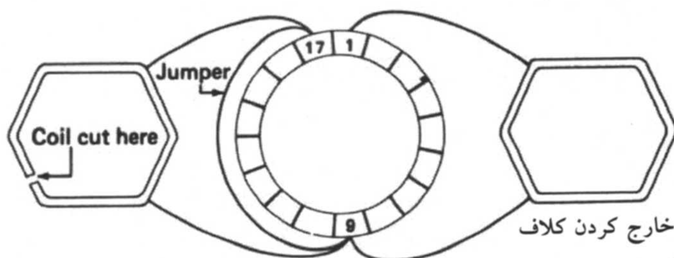
تشخیص کلاف معیوب در این نوع سیم پیچی آسان است. اما شاید نتوان در هنگام بریدن کلاف فقط همان کلاف را قطع کرد و این موضوع حائز اهمیت است. در مراحل مختلف برش با استفاده از تجربه کاری می توان روش صحیح را تشخیص داده و بکار برد.

### قطع کلاف اتصال کوتاه در سیم‌پیچی موجی

در سیم پیچی موجی چهار قطب، سرهای کلاف تقریبا در اضلاع روبروی یکدیگر قرار می گیرند. بنابراین اگر کلاف اتصال کوتاه بریده شود بایستی محل سرها روی کلکتور توسط سیم اتصالی به یکدیگر وصل شوند. این سیم در واقع دو طرف کلکتور را به یکدیگر وصل می کند. مطابق شکل های ۸۱-۵ و ۸۲-۵




**شکل ۸۱-۵: بریدن و خارج کردن کلاف اتصال کوتاه از سیم‌پیچی موجی چهار قطب**




**شکل ۸۲-۵: بریدن و خارج کردن کلاف اتصال کوتاه در یک سیم‌پیچی موجی**

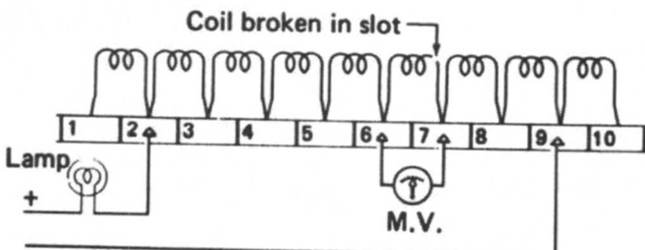
هنگامی که سیم پیچی موجی چهار قطب توسط ولتمتر بصورت تیغه به تیغه مورد آزمایش قرار می گیرد، کلافی که اتصال کوتاه شده ولتاژی به ولتمتر اعمال می کند که در دو طرف کلکتور قرار گرفته است. اما این بدان معنا نیست که دو کلاف اتصال کوتاه شده، بلکه سیم پیچی موجی بنحوی است که جریان برای رسیدن به تیغه های کلکتور از دو تیغه عبور می کند.

## آزمایش مدار باز

مدار باز در آرمیچر ممکن است بعلت اتصال ضعیف سر کلاف ها به تیغه های کلکتور یا قطع شدن سیمی در یک کلاف ایجاد شود. هر کدام از این حالت ها باعث ایجاد جرقه زیر جاروبک ها می شود . معمولا با نگاه کردن می توان اتصال ضعیف یا پاره گی سیم را پیدا کرد.

## آزمایش تیغه به تیغه

مدار آرمیچر را مطابق شکل ۸۳-۵ ببندید و میلی ولتمتر را روی تیغه های کلکتور قرار دهید. ولت متر اختلاف پتانسیل دو تیفه را نشان خواهد داد با تغییر اتصال دو سر ولت متر در تیغه های دیگر در مقدار قرائت شده تغییرات قابل ملاحظه ای مشاهده نمی شود وقتی که ولت متر به تیغه هایی که دو سر کلاف قطع شده به آن ها اتصال دارد وصل می شود عقربه به شدت منحرف می شود و لازم است برای جلوگیری از شکستن و خم شدن عقربه ولت متر را در رنج مناسب قرار داد.




**شکل ۸۳-۵: روش تشخیص کلاف مدار باز مولتی متر و فقط وقتی که به تیغه‌های ۶ و ۷ وصل می‌شود مقدار نشان می‌دهد. در واقع در این حالت مولتیمر مدار را کامل می‌کند.**

## رفع عیب از کلاف مدار باز در سیم‌پیچی حلقوی

تعمیر کلاف مدار باز نیاز به مدت زمان زیادی دارد. این مدت زمان نیز به نوع آرمیچر و تجهیزات کارگاه بستگی دارد اگر تعداد کلاف های مدار باز بیشتر باشد بهتر است آرمیچر بازپیچی شود. در روش دیگر تیغه های دو سر کلاف مدار باز را به هم اتصال می دهند. شکل ۸۴-۵

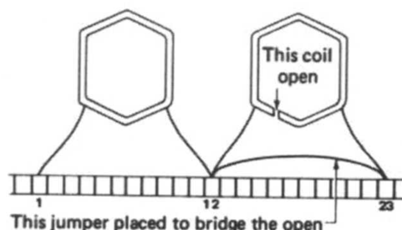


**شکل ۸۴-۵: روش استفاده از سیم اتصالی برای خارج کردن کلاف مدار باز در یک سیم‌بندی حلقوی**

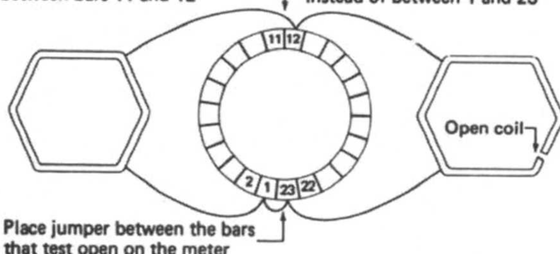
برای اتصال دو تیغه مجاور می توان عایق میکای بین آنها را برداشته و در بین آن ها یک تکه سیم قرار داد. این سیم باید لحیم کاری شود.

## رفع عیب از کلاف مدار باز در سیم‌پیچی موجی

روش آزمایش سیم‌پیچی موجی مانند سیم‌پیچی حلقوی است. در سیم‌پیچی موجی آرمیچر چهار قطب تیغه های مربوط به یک کلاف در دو طرف کلکتور قرار دارند. در شکل ۸۵-۵ حذف کلاف مدار باز را نشان داده شده است. این روش، زمان و کار کمتری می برد در عوض به جای دو کلاف، یک کلاف حذف می شود، این روش اغلب مفید است و در شکل ۸۶-۵ مشخص گردیده است.



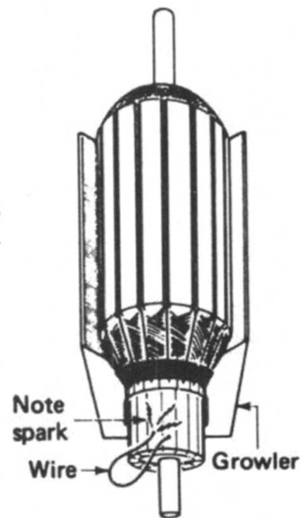

**شکل ۸۵-۵: روش تعمیر سیم‌پیچی موجی که دارای کلاف مدار باز است.**




**شکل ۸۶-۵: روش سریع بستم مدار کلاف باز در سیم‌پیچی موجی چهار قطب**

## آزمایش کلاف مدار باز با گرولر

برای تعیین کلاف مدار باز توسط "گرولر" آرمیچر را به همان روش قبلی روی گرولر قرار دهید. دو تیغه مجاور هم را بوسیله میلی ولتمتر AC تست کنید. آرمیچر را بچرخانید و مجددا دو تیغه دیگر را تست کنید. هنگامیکه ترمینالهای میلی ولتمتر روی تیغه هایی قرار می گیرند که کلاف مدار باز به آنها متصل است، عقربه ولتمتر از حرکت باز می ایستد. در صورتیکه در دیگر تیغه ها عقربه منحرف می گردد. با مشخص شدن تیغه های مربوطه، می توان توسط تکه سیمی آنها را به هم وصل کرد (شکل ۸۷-۵) در این صورت از ایجاد جرقه زیر جاروبک ها جلوگیری می شود. از این روش برای تعیین مدار اتصال کوتاه استفاده می شود. البته لازم به ذکر است که استفاده از تیغه اره آهن بر اغلب روش رضایت بخش و مفیدی نیست.



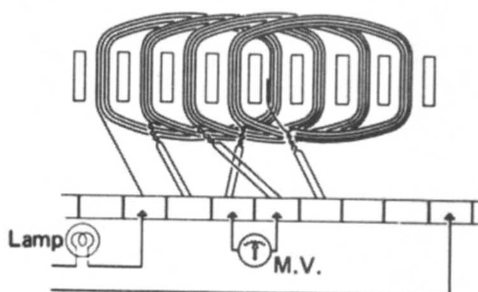

**شکل ۸۷-۵: اگر دو تیغه توسط یک تکه سیم متصل شوند، جرقه کوچک نشان‌دهنده وجود مدار کامل کلاف‌ها می‌باشد.**

## آزمایش کلاف معکوس

اشکال کلاف معکوس فقط در آرمیچرهایی که بازپیچی می شوند، ظاهر می شود. علت آن اتصال اشتباه سر کلاف ها به تیغه های کلکتور است. روش تعیین کلاف معکوس در سیم پیچهای مختلف متفاوت است.

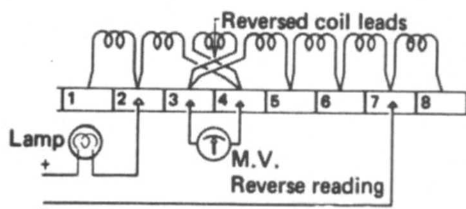
## تست تیغه به تیغه در سیم‌پیچی حلقوی

آرمیچر را برای آزمایش تیغه به تیغه آماده کنید و آزمایش را شروع کنید. مطابق شکل ۸۸-۵، وقتی ولتمتر به تیغه های کلاف معکوس وصل می شود، جهت حرکت عقربه برعکس می شود.




شکل ۸۸-۵: حلقه‌ها به صورت غیرصحیح به تیغه‌ها وصل شده‌اند.

وقتی ولتمتر به دو تیغه قبل از کلاف معکوس یا دو تیغه بعد از آن وصل می شود مقداری که قرائت می شود دو برابر ولتاژ اصلی می باشد (شکل ۸۹-۵) اگر دو کلاف متوالی معکوس شده باشند پس از تغییر جهت انحراف عقربه، مقدار نشان داده شده دوبرابر می شود سپس به مقدار نرمال رسیده و مجدداً به مقدار دو برابر می رسد. در تیغه های دیگر بایستی مقدار نرمال قرائت شود.

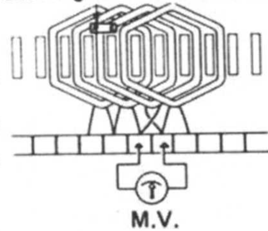



شکل ۸۹-۵: آزمایش تعیین کلاف معکوس. مقادیر قرائت شده توسط میلی ولتمتر بین تیغه‌های ۳ و ۴ منفی (معکوس) بین تیغه‌های ۲و ۳ دو برابر و بین تیغه‌های ۴و ۵ نیز دو برابر است. روی دیگر تیغه‌ها مقدار قرائت شود نرمال است.

## آزمایش تیغه مغناطیسی

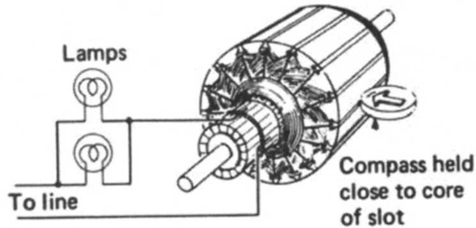
برای تعیین کلافی که دور معکوس دارد تیغه مغناطیسی را بالای شیارها حرکت دهید اگر مطابق شکل ۹۰-۵ دستگاه اندازه‌گیری به کلکتور وصل کنید عقربه آن حرکت می کند کلافی که بصورت معکوس قرار گرفته باعث ایجاد جریان القائی

می‌شود و جهت آن برخلاف جریان عادی است. در نتیجه عقربه دستگاه در جهت معکوس منحرف می‌شود.




**شکل ۹۰-۵: روش تست کلاف معکوس توسط حرکت میله مغناطیسی بالای هر کلاف و توجه به جهت حرکت عقربه میلی ولتمتر. وقتی کلاف معکوس جریان‌دار می‌شود عقربه در جهت عکس حرکت می‌کند.**

روش دیگری که در شکل ۹۱-۵ نشان داده شده است در این روش، از کلاف‌ها جریان مستقیم عبور داده می‌شود و یک عقربه مغناطیسی در شیارها حرکت داده می‌شود. زمانی که عقربه مغناطیسی به کلاف معکوس می‌رسد جهت عقربه آن عوض می‌شود.

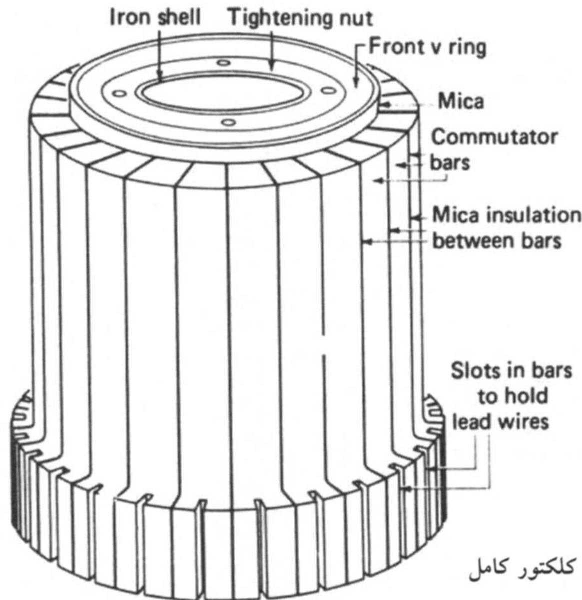



**شکل ۹۱-۵: تست کلاف معکوس با استفاده از قطب‌نما. آرمیچر به آرامی چرخانده می‌شود وقتی که کلاف معکوس به مجاورت قطب‌نما رسید عقربه آن در جهت عکس حرکت می‌کند.**

## عیب‌یابی و تعمیر کلکتور

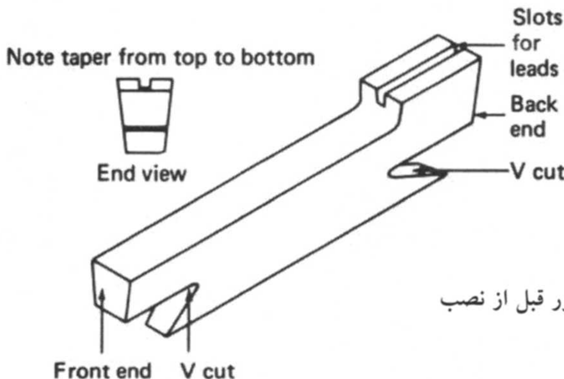
قسمت‌های مختلف یک کلکتور در شکل ۹۲-۵ نشان داده شده است کلکتور از تعدادی تیغه، عایق بین تیغه‌ها (میکا) و محور تشکیل می‌شود، بر روی محور چند حلقه (رینگ) و پوسته سوار می‌شود و تیغه‌ها و عایق میکا روی پوسته نصب می‌شوند.

تیغه‌های کلکتور از جنس مس مرغوب با درجه خلوص بالا هستند. شکل ظاهری آنها در تصویر ۹۳-۵ آمده است. آنها به شکل گوه می‌باشند قسمت انتهایی آن پهنای بیشتری دارد. از سمت پائین تیغه بتدریج از پهلوها نازکتر می‌شود. شکل V به خود می‌گیرد رینگ‌ها را به شکل V برش می‌دهند و بر روی تیغه‌ها سوار می‌کنند. تعویض



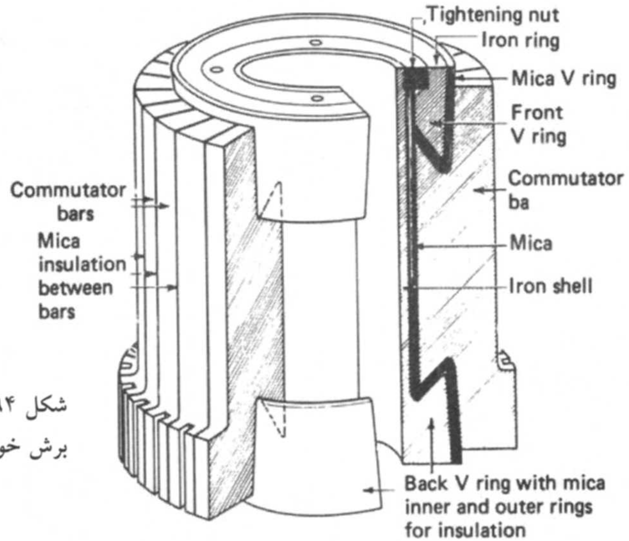

شکل ۹۲-۵: یک کلکتور کامل

یک تیغه کلکتور کاری مشکل و تقریبا غیرممکن است بنابراین تیغه‌ها بصورت جداگانه تعویض نمی‌شوند.

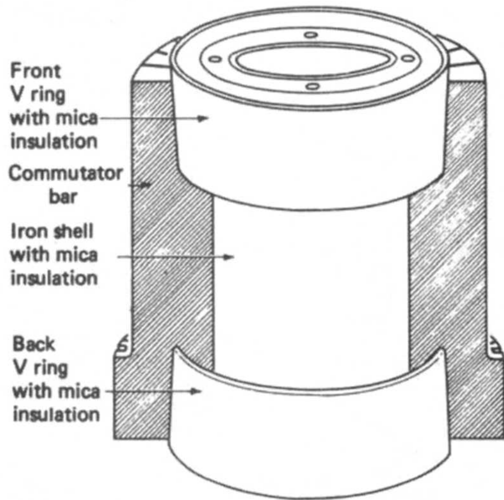



شکل ۹۳-۵: تیغه کلکتور قبل از نصب

قطعات میکا بین تیغه ها قرار می گیرند تا به یکدیگر اثر نگذارند و اغلب نیاز به تعویض دارند. این قطعات از ورقه های میکا با ضخامت مناسب بریده شده و در بین تیغه‌های کلکتور قرار می گیرند. در تعویض باید ضخامت عایق با ضخامت موجود بریده شده و بین تیغه ها نصب شوند تا از شل بودن یا خیلی سفت شدن آنها جلوگیری شود. حلقه های انتهایی از آهن ساخته می‌شوند و رینگ V نامیده می شوند.



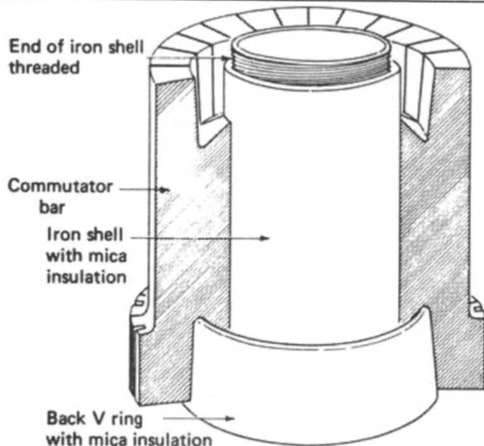

شکل ۹۴-۵: کلکتوری که قسمتی از آن برش خورده است.



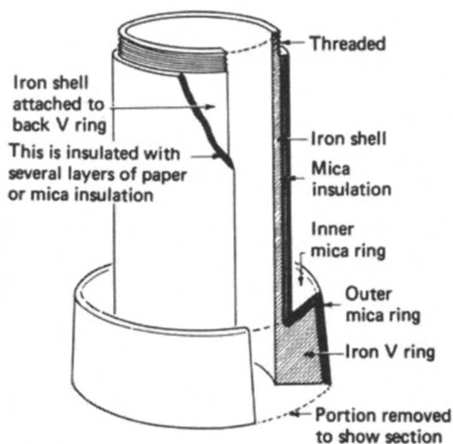

شکل ۹۵-۵: کلکتور همراه با نصف تیغه‌ها و رینگ‌های V شکل جلویی و عقبی

رینگ ها تیغه‌ها را از میکا جدا می کنند تیغه ها وعایق میکا بین آنها را محکم می کنند. در بعضی از آرمیچرها رینگ ها توسط پیچ و مهره بزرگی روی تیغه ها سفت می شوند.

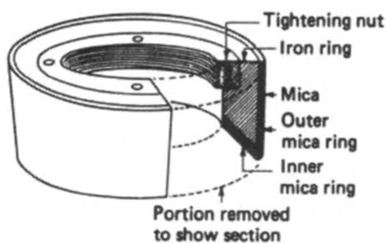
این پیچ و مهره ممکن است در انتهای کلکتور باشد. جزئیات ساختمان کلکتورها در شکل های ۹۲-۵ تا ۹۸-۵ آمده است بعضی از کلکتورها بوسیله پیچی که از یک رینگ به رینگ دیگر می رسد محکم شده‌اند.

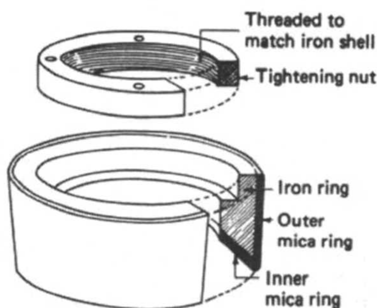



شکل ۹۶-۵: کلکتوری که رینگ V جلویی و نصف تیغه‌های آن حذف گردیده




شکل ۹۷-۵: رینگ Vشکل عقبی همراه با لایه و هسته آهنی کلکتور



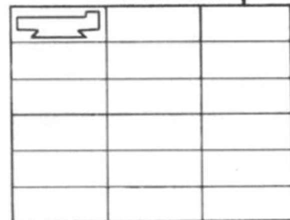




شکل ۹۸-۵: رینگ V شکل جلویی و مهره محکم‌کننده آن

هنگام بازکردن یک کلکتور ابتدا پیچ و مهره باز می‌شود و سپس تیغه‌ها با ضربه آرام چکش خارج می گردند. این کار باعث می‌شود که رینگ V شکل جلویی از پوسته جدا شود، همزمان تیغه ها شل شده و جدا می گردند. معمولاً قطعات میکا به تیغه‌ها چسبیده‌اند و لازم است که با چاقو از آنها جدا شوند. بعضی تکه های کوچک میکا ممکن است در اثر سایش از بین بروند و سطوح ناهموار روی تیغه ایجاد می کنند. با میکرومتر ضخامت میکا را تعیین می کنند. ضخامت میکا بین ۰/۰۲ تا ۰/۰۴ اینچ است. برای اندازه گیری ضخامت میکا و تهیه شابلون جدید آخرین میکا بین تیغه‌ها نگه‌داری می کنند.

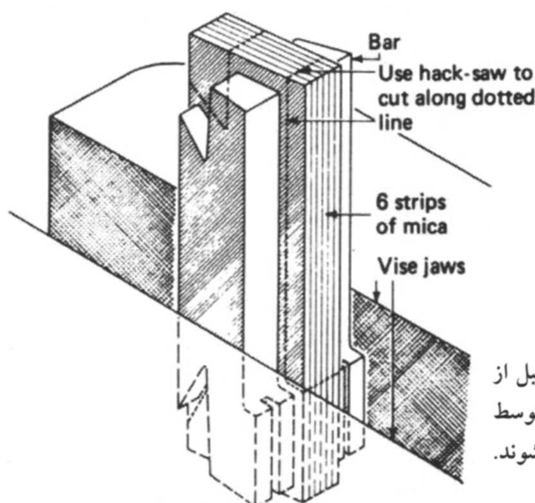
## تهیه میکای بین تیغه‌ها

بعد از اینکه ضخامت میکا مشخص شد، یک تیغه روی ورقه میکا گذاشته و اندازه آن را علامت گذاری کنید. سپس مانند شکل ۹۹-۵ کادرهایی به ابعاد تیغه تهیه کنید و به تعداد مورد نیاز برش دهید. این کار می تواند با اندازه گیری طول و عرض تیغه ها و انتقال آنها روی ورقه میکا نیز انجام شود. برای افزایش دقت اندازه‌گیری بهتر است در ابعاد حدود $\frac{۱}{۳۲}$ اینچ استفاده شود. توسط یک برشگر (کاتر) قطعات میکا را برش دهید.




**شکل ۹۹-۵: ورقه میکا که توسط تیغه‌ها علامت‌گذاری شده**

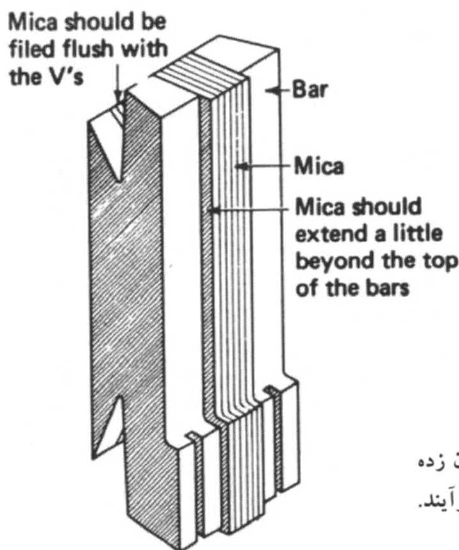
برای برش V در قطعات میکا مطابق شکل ۱۰۰-۵ عمل کنید. بین هر دو تیغه حدود ۶ قطعه میکا قرار دهید. این مجموعه را داخل گیره‌ای قرار داده و به حد کافی به آن نیرو وارد کرده تا در موقعیتی شبیه حالتی بین دو تیغه قرارگیرند. با اره آهن بر خطوطی را که روی میکا رسم کرده‌اید ببرید. همانطور که در شکل آمده است تیغه اره نباید با تیغه کلکتور تماس پیدا کند. زیرا باعث بریدن آن شده و در نتیجه تیغه کلکتور ضعیف




**شکل ۱۰۰-۵: نوارهای مستطیلی میکا قبل از برش بین دو تیغه کلکتور قرار گرفته و توسط گیره محکم می‌شوند.**

می‌شود. تیغه‌ها و قطعات میکا را روی گیره برعکس کرده و نیمه دیگر را برش بزنید. هنگام برشکاری نباید وضعیت قرارگیری تیغه‌ها و نوارهای خط کشی شده روی میکا بر هم خورده و تغییر نماید.

برش با اره باعث ایجاد زبری و ناهمواری روی لبه های میکا می‌شود. هنگامی که هنوز میکا روی گیره است با سوهان چاقویی لبه‌ها را صاف کنید. سوهان کاری روی میکا باید بنحوی باشد که به شکل ۷ دراید ( مطابق شکل ۱۰۱-۵ ). در غیر اینصورت کلکتور نمی‌تواند به قدر کافی سفت و محکم شود.



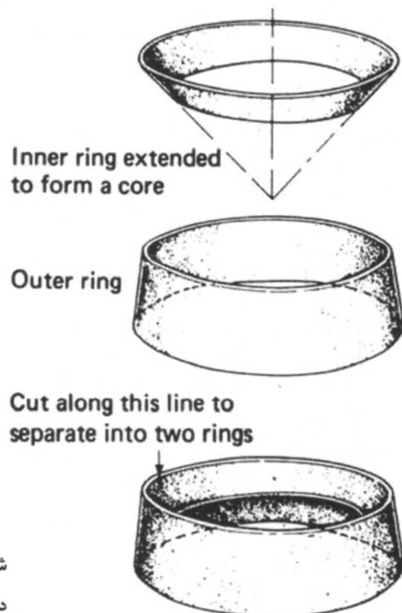

**شکل ۱۰۱-۵: قطعات میکا برش خورده و سوهان زده می‌شوند تا به شکل تیغه‌های کلکتور درآیند.**

میکا را از گیره باز کنید و به نرمی با سنباده به آن مالش دهید تا اگر روی لبه ها آثار زبری و ناهمواری باقی مانده از بین برود. این روش را در مورد تمام تیغه ها انجام دهید. آنچه گفته شد روش منحصر به فرد برای بریدن قطعات میکا می باشد. در بعضی از ماشین ها تیغه ها بطور همزمان توسط چند قیچی بریده می‌شوند. اینکه از چه نوع روشی استفاده می کنیم به شخص انجام دهنده آن بستگی دارد.

## ساختن رینگ V شکل

به غیر از ساختن یک عایق میکای جدید بعضی اوقات لازم است رینگ V شکل میکا نیز ساخته شود. رینگ قبلی می تواند شابلونی برای تهیه رینگ جدید باشد و یا اینکه رینگ آهنی V شکل استفاده شود.

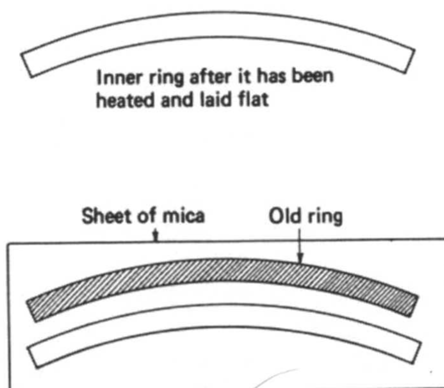
روش اول استفاده از رینگ‌های سالم است. رینگ V از دو رینگ مجزا تشکیل شده، یکی بیرونی و دیگری داخلی. طریقه سوارشدن این دو روی یکدیگر در شکل ۱۰۲-۵ مشخص شده است.




**شکل ۱۰۲-۵: رینگ V شکل میکا شامل رینگ‌های داخلی و خارجی می‌باشد.**

نمونه این رینگ در ماشین قالب گیری و پرس نیاز است. از آن جائی که این وسایل در کارگاه‌های تعمیراتی موجود نمی باشد، لذا رینگ های بیرونی و داخلی بطور مجزا ساخته می شوند.

در ساختن رینگ میکا لازم است: رینگ اولیه را در امتداد خطی که در شکل ۱۰۲-۵ تعیین شده ببرید. بدین صورت پرینگ داخلی از رینگ خارجی جدا می شود. پس از آماده شدن رینگ داخلی، رینگ قدیمی را ببرید و سپس آنرا با شعله گاز یا مشعل حرارت دهید تا نرم شود و از شکستن آن جلوگیری می شود (شعله حرارت نباید به میکا اثر کند) با نرم شدن رینگ ها صاف و یکنواخت چیده شود. (مطابق شکل ۱۰۳-۵)

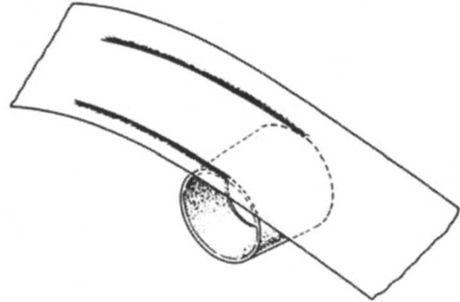



**شکل ۱۰۳-۵: رینگ V قبلی شابلونی برای علامت‌گذاری رینگ جدید می‌شود.**

رینگ V در تکه ای از قالب میکا قرار داده می شود و تعدادی خط اطراف آن کشیده می شود. این خطوط توسط قیچی از قالب میکا بریده می شوند. ممکن است در طول برش نیاز به حرارت باشد در این حالت میکا گرم شده و مانع پوسته پوسته شدن یا شکستن آن می شود. باید به آهستگی حرارت داده شده و سپس توسط انگشتان داخل رینگ آهنی جاسازی شود. ضخامت رینگ را به همان اندازه اصلی در نظر بگیرید. ممکن است از چند میکا استفاده شود تا به ضخامت مورد نظر برسد. همین روش را برای ساختن دیگر رینگ ها اجرا کنید.

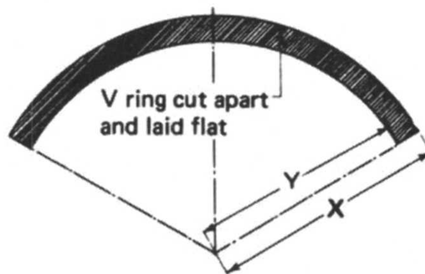
روش دوم استفاده از یک رینگ V شکل آهنی بعنوان شابلون می باشد. فرض کنید

که رینگ میکای بیرونی ساخته شده است ، یک تکه کاغذ تمیز بالای رینگ قرار داده و آن را به روی کاغذ فشار دهید. ( شکل ۱۰۴-۵ )، اثر خطوط روی کاغذ باقی می ماند و ابعاد مدل میکا را مشخص می کند.



**شکل ۱۰۴-۵: یک روش برای علامت‌گذاری توسط شابلون رینگ کاغذ روی رینگ میکا گذاشته می‌شود و با فشار روی آن حرکت می‌کند. بدین ترتیب لبه‌های شابلون روی کاغذ اثر می‌گذارند.**

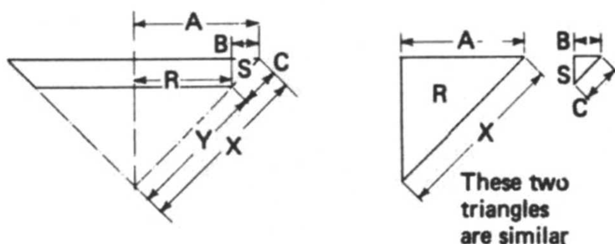
سومین روش استفاده از روابط و قواعد است. شکل ۱۰۵-۵ برشی مقطعی از قسمت مخروطی رینگ V می باشد.




**شکل ۱۰۵-۵: بخشی از قسمت مخروطی که برش خورده و ...**

دیاگرامی مانند شکل ۱۰۵-۵ تهیه کنید، این دیاگرام قسمت مخروطی رینگ را همراه با تکه‌ای از قسمت محافظ نشان می دهد. اگر مخروط از وسط برش خورده باشد، همانطوری که در شکل با خط مشخص شده، یک قسمت از رینگ تعیین می شود. اگر اندازه های X,Y و همچنین شعاع دوایر محاط شده معلوم باشند، مسئله قابل حل است.

روش پیدا کردن این اندازه ها بدین صورت است. اندازه های A,B را که در شکل ۱۰۶-۵ مشخص شده توسط خط کش از روی رینگ آهنی تعیین کنید.




**شکل ۱۰۶-۵: فواصل C,B,A از اندازه‌گیری واقعی روی رینگ آهنی V بدست آمده است.**

قسمت مخروطی می تواند توسط دو مثلث R,S و با روابط ساده ای بدست آید. در این دو مثلث می توان نوشت:

$\frac{a}{x}$ R از مثلث = $\frac{b}{c}$ S از مثلث $\qquad \frac{a}{x} = \frac{b}{c}$ یا $x = -\frac{axc}{b}$

دایره‌ای با شعاع X رسم کنید. داخل آن دایره دیگری با شعاع Y رسم کنید که برابر C-X است. بوسیله حالت این دو دایره، رینگ شکل می گیرد.

## کلکتور

بعد از اینکه رینگ ها ساخته شدند و قطعات میکا بریده شدند، مرحله بعدی نصب کلکتور است.

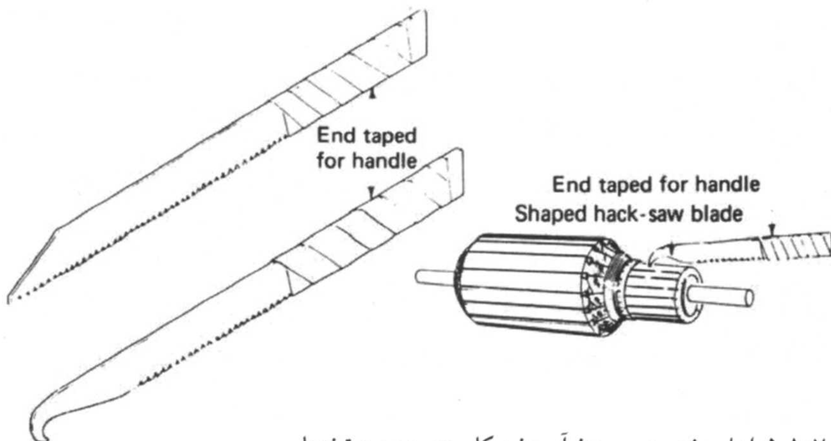
دستور کار بدین صورت است که : حلقه میکا را روی رینگ V شکل آهنی قرار داده و حرارت دهید تا با یکدیگر جفت شوند یک تیغه را روی رینگ V قرار دهید، در کنار این تیغه یک قطعه میکا قرار دهید، سپس تیغه بعدی را در کنار این میکا قرار دهید و همینطور تا آخر ادامه دهید. مطمئن شوید که رینگ‌های میکا در جای خود محکم شده‌اند. بعد از اینکه تمام تیغه ها و قطعات میکا را در جای خود قرار دادید. رینگ V بالایی را قرار داده و آنرا توسط پیچ و مهره محکم کنید. سفت کردن پیچ را همزمان با حرارت دادن با مشعل بوسنن یا منبع حرارتی دیگر انجام دهید. هنگامیکه کار تمام می‌شود که تمام تیغه ها یکدست، همتراز و کلکتور سفت و محکم شده باشد. اگر تیغه ها همتراز و یکدست نباشند، کلکتور شل شده و باعث انحراف تیغه ها از جای

خود می گردد. در بعضی از کارگاه‌ها با گیره‌هایی که دو طرف کلکتور قرار می‌دهند تیغه‌ها را همتراز می کنند.

بعد از نصب کلکتور لازم است تست اتصال کوتاه و اتصال بدنه انجام گیرد. برای اطمینان از استحکام کلکتور، با چکش سبکی به آن ضربه بزنید، در این حالت اگر کلکتور محکم شده باشد صدای رینگ رینگ می‌دهد اما اگر کلکتور محکم نشده، صدای پوکی می‌دهد.

## تیغه‌های اتصال کوتاه شده

اگر اتصال کوتاه رخ دهد و این اتصال در حالتی است که هنوز کلاف ها به تیغه های کلکتور وصل نشده‌اند، رفع عیب آسان است. البته اگر کلاف ها را وصل کنید و سپس بخواهید رفع عیب نمائید کار مشکل تر می‌شود. وقتی اتصال کوتاه پیش بیاید برای تعیین اینکه اتصالی مربوط به کلاف است یا تیغه‌ها، ابتدا در کارگاه سر کلاف ها را از تیغه هایی که امکان اتصالی دارند بازمی کنند. این تیغه ها با لامپ تست می‌شوند اگر عیب ازآنها باشد مشخص گردد. اتصالات جزئی معمولا به دلیل کربونیزه شدن میکا یا خاک و آشغال بین تیغه‌ها است. برای از بین بردن ضایعات بین تیغه‌ها باید انتهای تیغ اره را با سنگ سنباده به شکل قلاب درآورید و آن را روی میکا را بکشید. مانند شکل ۵-۱۰۷



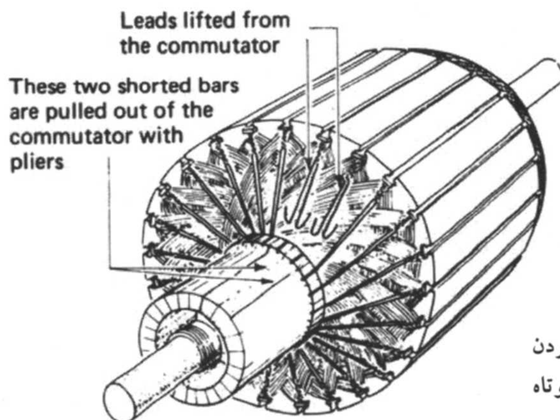

**شکل ۱۰۷-۵: ابزار مخصوص بیرون آوردن میکای معیوب بین تیغه‌ها**

بعضی اوقات لازم است عایق میکا عمیقاً تراشیده شود تااتصالی بین دو تیغه از بین برود. میکای کربونیزه شده سیاه رنگ و دارای ضایعاتی است اما میکای سالم سفید رنگ است. سایش میکا باید تا زمانی ادامه پیدا کند که رنگ آن سفید گردد. هر گاه در اثر سایش میکا سوراخی در آن ایجاد شود به وسیله بتونه مخصوصی که به آن سیمان کلکتور می گویند، پوشانده می شود. این بتونه شامل پودر کربن و چسب مخصوصی است که با مخلوط کردن این دو بتونه بدست می آید. در صورت نیاز این خمیر با چاقو یا تیغه اره بین تیغه ها مالیده می شود و سبب سفت شدن آنها می گردد.

اگر سوراخی در میکا ایجاد شود، بوسیله تکه ای میکا و سیمان مخصوص پوشانده می شود. این سیمان تا زمانی که هنوز مرطوب است باعث ایجاد اتصالی می شود. لذا تا زمانیکه کاملا خشک و محکم نشده نباید به آن دست زد.

## عایق‌کاری کلکتور اتصال کوتاه متصل به سیم‌پیچ

اگر عیب اتصالی با سائیدن و تراشیدن میکا از بین نرفت بایستی تعدادی از تیغه ها را باز کرده و یک قطعه میکای جدید جایگزین نمود. نحوه انجام کار بدین صورت است: سر کلاف ها را از تیغه هایی که اتصال کوتاه شده جدا کنید. پیچی که کموتاتور را سفت کرده است، باز نمائید. با چکش به آرامی به تیغه ها ضربه بزنید تا رینگ انتهایی و تیغه های موجود شل شوند. رینگ انتهایی و تیغه هایی را که اتصال کوتاه شده‌اند بوسیله یک جفت انبردست بیرون بکشید. (شکل ۱۰۸-۵)

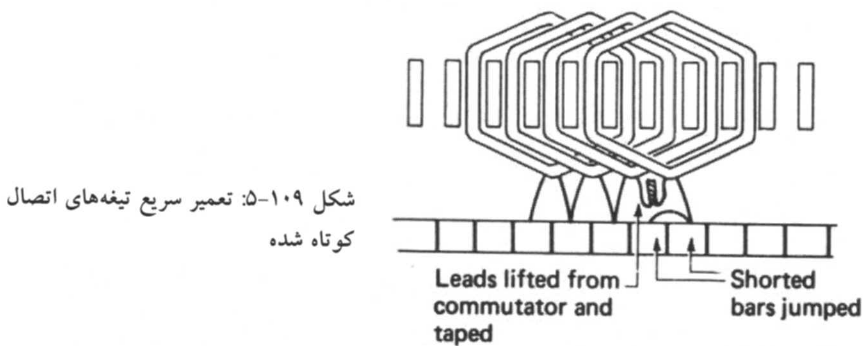



**شکل ۱۰۸-۵: یک مرحله از خارج کردن تیغه‌های اتصال کوتاه**

از این تیغه ها بعنوان شابلن برای بریدن قطعه میکای مورد نیاز استفاده کنید. سپس قطعه جدید میکا و تیغه ها را در جای خود گذاشته و محکم کنید.

اگر فقط یک مورد اتصال کوتاه بود، روش ساده برای تعمیر کلکتور این است که سر کلاف ها را از تیغه ها جدا نموده، به یکدیگر لحیم کرده و توسط نوار عایقی نوارپیچی نمائید و مطمئن شوید که با کلکتور تماس نداشته باشد.

سپس دو تیغه اتصالی را توسط سیمی به یکدیگر وصل کنید. مانند شکل ۱۰۹-۵

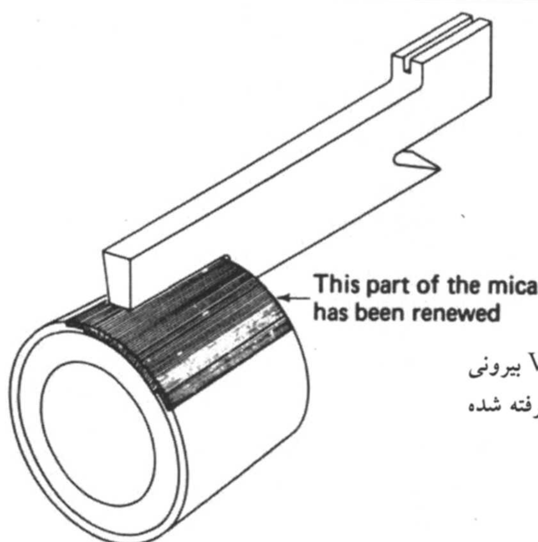



**شکل ۱۰۹-۵: تعمیر سریع تیغه‌های اتصال کوتاه شده**

روش دیگر شامل جداکردن سر کلاف ها از تیغه های اتصال شده و نواربندی عایقی به طور جداگانه می باشد. در این روش یک کلاف از کل سیم پیچی حذف می شود. اگر بخواهیم نوع سیم‌بندی را عوض کنیم لازم است که کلکتور کاملا تعویض شود.

## تیغه‌های متصل به بدنه

اتصال بدنه معمولا در قسمت سر جلویی رینگ میکا انجام می گیرد. این امر بخاطر این است که قسمت جلویی رینگ بیرون می‌باشد و امکان ریختن روغن روی آن یا سایش و یا جمع شدن گرد و خاک در آنجا زیاد است. تشخیص اتصال بدنه آسان است یک سوراخ بزرگ و عمیق با قسمتی از رینگ میکا که از بیرون سوخته است، محل ایجاد اتصال کوتاه است. در اینحالت بهترین راه برای رفع عیب، بیرون آوردن رینگ است. بریدن قسمت معیوب رینگ میکا و جایگزین کردن قطعه سالم در شکل ۱۱۰-۵ نمایش داده شده، قطعه جدید میکا را می توان در همان زمان نصب کرد.

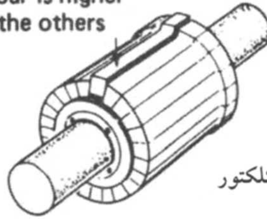



**شکل ۱۱۰-۵: قطعه تعمیری روی رینگ V بیرونی قرار گرفته شده**

مطمئن شوید که قطعات میکا همدیگر را می‌پوشانند تا از اتصال بدنه مجدد جلوگیری شود. اگر کلکتور از جای خود تکان نخورد بوسیله سنبه یا پرس هیدرولیک آن را از محور جدا کنید. اگر در جدا کردن کلکتور سیم‌پیچ ها آسیب پذیر باشند باید آن را به اندازه مناسب تراش داد. چون اندازه‌های کلکتور قبلاً ثبت شده است لذا می‌توان یک کلکتور جدید ساخت. پس از تهیه کلکتور جدید آن را با ریسمانی روی رینگ جلویی میکا محکم نموده و با درجه عایق بالایی شالاک کاری کرد. این نوع عایق‌بندی اجازه نمی‌دهد که به مرور زمان روغن یا گرد و خاک زیر تیغه ها نفوذ کرده و از اتصال کوتاه و اتصال بدنه جلوگیری می کند.

## تیغه‌های برآمده

تیغه های برآمده مانند شکل ۱۱۱-۵، را می توان با چرخاندن انگشتان روی کلکتور پیدا کرد. این حالت بعلت شل شدن کلکتور در اثر گرمای بیش از حد، اتصال کوتاه تیغه ها، نصب ضعیف و نامطلوب کلکتور و یا نظایر آن ایجاد می‌شود. برای رفع این عیب با چند ضربه چکش تیغه را به جای خود برگردانید و سپس مهره نگهدارنده را محکم تر کنید.



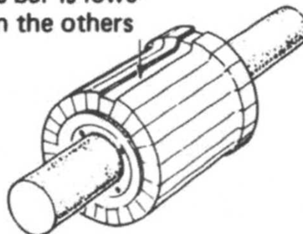

شکل ۱۱۱-۵: تیغه بلند در یک کلکتور

## سنگ سنباده کلکتور

سنگ سنباده کلکتور با زبری‌های متفاوت ساخته می‌شوند و جهت صاف و صیقلی کردن کلکتور استفاده می‌شود. نوع درجات درشت‌تر و خشن‌تر برای صیقلی کردن کلکتورهای خیلی زبر و نوع نرم تر آن در انتهای کار برای صیقلی کردن نهایی و از بین بردن ناهمواری‌های کوچک و ظریف استفاده می‌شود. برای کلکتورهایی که تیغه‌های بزرگ دارند از درجه متوسط سنگ استفاده می‌شود. پس از کامل شدن سیم‌پیچی، سنگ سمباده را با فشار مناسب روی تیغه‌ها بکشید تا کلکتور شکل خود را بگیرد در خاتمه برای پرداخت از سنگ سمباده ظریف استفاده کنید.

## تیغه‌های کوتاه

در شکل ۱۱۲-۵ یک تیغه کوتاه مشخص گردیده است. با کشیدن دست روی تیغه‌های کلکتور می‌توان این نوع تیغه‌ها را تشخیص داد. این عیب ممکن است بعلت ضربه اجسام سنگین روی تیغه‌ها پیش بیاید. برای رفع آن همان مراحل قبلی را انجام دهید. (قرار دادن روی دستگاه تراش، سنگزنی و صیقل کاری)



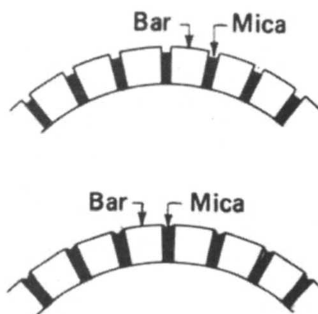

شکل ۱۱۲-۵: تیغه کوتاه در یک کلکتور

## سنباده میکای بلند

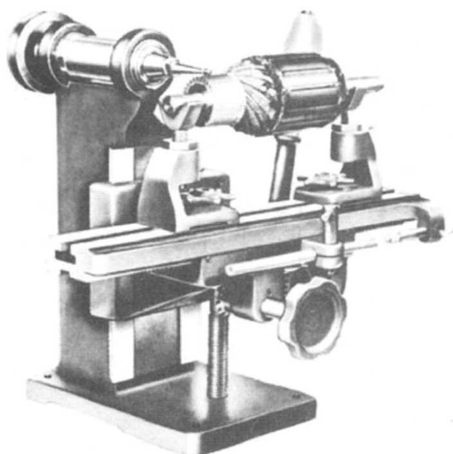
در صورتی که قطعات میکا از تیغه های کلکتور مجاور بلندتر باشد آن را میکای بلند می‌نامند. این پدیده در اثر فرسایش سریعتر تیغه‌ها نسبت به میکا و یا استفاده نادرست از جاروبک‌ها بوجود می‌آید. در جایی که میکا و تیغه همتراز باشند، فشار وارد آمده بوسیله جاروبک باعث فرسایش میکا می‌شود.

برای رفع این عیب بایستی مقدار اضافی میکا بریده شود. بحدی که اندازه آن کوچکتر از اندازه تیغه‌ها شود. این کار با الکتروموتور کوچکی که تیغه اره کوچکی روی آن نصب است، انجام می‌گیرد. هنگامیکه آرمیچر روی ماشین تراش قرار گرفته است هر قطعه میکا باید به اندازه‌ای بریده شود که حدود $\frac{۱}{۳۲}$ اینچ پائین‌تر از تیغه‌ها قرار بگیرد. ضخامت تیغه اره‌ای که برای برش در نظر گرفته می‌شود نیز باید به ضخامت میکا باشد. برای برش میکایی که روی آرمیچر نصب گردیده نیز می‌توان از سوهان مخصوصی که به همین منظور ساخته شده استفاده کرد.

مسأله قابل توجه آن است که نباید عایق میکاها از طرفین میله ها بیرون بزنند. این موضوع در شکل ۱۱۳-۵ آمده است. اگر میکا در طرفین است ، به آسانی با برش آن با یک تیغه اره آهن بر برداشته می‌شود. شکل ۱۱۴-۵ نشان می‌دهد که چگونه برای برش میکای نصب شده از ماشین تراش مخصوص استفاده می‌شود.




شکل ۱۱۳-۵: (بالا) فرورفتگی صحیح در کلکتور
(پایین) فرورفتگی غلط در کلکتور



شکل ۱۱۴-۵: برش میکای نصب شده

## تغییرات در مقاومت هادی در اثر تلرانس قطر

مقاومت یک قطعه سیم با طول معین با سطح مقطع آن نسبت معکوس دارد.
بنابردر مورد سیم گرد از مربع قطر استفاده خواهد شد.

| مقاومت | مس |
|---|---|
| مقاومت(اهم کیلو متر - Ohm / km) | $\frac{۱۷/۲۴۱۷}{a} = \frac{۲۱/۹۵۱۹}{d^2}$ |

اگر d قطر سیم به میلیمتر باشد، a سطح مقطع سیم به میلیمتر مربع خواهد بود.
حالا مشخص می‌گردد که اگر قطر به حد اقل برسد، مقاومت به حداکثر خواهد رسید.
قطر سیم با در دست داشتن مقاومت آن ازفرمول زیر به دست می‌آید:

| واحد | مس |
|---|---|
| میلیمتر | $d = \frac{۴/۶۸۵}{\sqrt{r}}$ |

r مقاومت بوده وبه واحد Ohm / km است

## کلاسهای عایق سازی

مواد عایق‌کننده مطابق استاندارد IEC به کلاسهای مختلف عایق‌سازی طبقه‌بندی گردیده‌اند.
این کلاسها نشان می‌دهد که در طول مدت پیچیدن سیم درجه حرارت از چه مقداری بالا تر نرود.جدول زیر کلاسها ودرجه‌های حرارتی مربوطه را نشان می‌دهد.

| کلاس | درجه حرارت °C | مواد عایق کننده |
|---|---|---|
| Y | ۹۰ | کاغذ آغشته نشده |
| A | ۱۰۵ | کاغذ درصورت آغشته شده بودن-لاکهای پلی وینیل استال |
| E | ۱۲۰ | لاکهای پلی وینیل استال-پلی وینیل فرمال-پلی یورتان |
| B | ۱۳۰ | لاکهای پلی استروپلی یورتان لحیم پذیر |
| F | ۱۵۵ | لاکهای پلی استروپلی یورتان لحیم پذیر |
| H | ۱۸۰ | لاکهای پلی استر ایمید اصلاح شده، پلی استر ایمیدلحیم پذیر، پلی یورتان لحیم پذیر، پلی استراصلاح شده |
| C | ۲۰۰ | لاکهای پلی آمید ایمید،پلی استر،پلی استر آمیدبا پوشش پلی آمید ایمید |

**فاکتورهای تبدیل مقاومت مس به ۲۰ درجه سانتی‌گراد**

**در ضریب هدایت صد در صد (I.A.C.S.)**

| فاکتور | °C | فاکتور | °C | فاکتور | °C | فاکتور | °C | فاکتور | °C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱/۰۸۵۳ | ۰ | | | | | | | | |
| ۱/۰۸۰۷ | ۱ | ۰/۸۹۱۴ | ۵۱ | ۰/۷۵۸۶ | ۱۰۱ | ۰/۶۶۰۲ | ۱۵۱ | ۰/۵۸۴۴ | ۲۰۱ |
| ۱/۰۷۶۱ | ۲ | ۰/۸۸۸۳ | ۵۲ | ۰/۷۵۶۳ | ۱۰۲ | ۰/۶۵۸۵ | ۱۵۲ | ۰/۵۸۳۰ | ۲۰۲ |
| ۱/۰۷۱۶ | ۳ | ۰/۸۸۵۲ | ۵۳ | ۰/۷۵۴۱ | ۱۰۳ | ۰/۶۵۶۸ | ۱۵۳ | ۰/۵۸۱۷ | ۲۰۳ |
| ۱/۰۶۷۱ | ۴ | ۰/۸۸۲۱ | ۵۴ | ۰/۷۵۱۸ | ۱۰۴ | ۰/۶۵۵۱ | ۱۵۴ | ۰/۵۸۰۴ | ۲۰۴ |
| ۱/۰۶۲۶ | ۵ | ۰/۸۷۹۱ | ۵۵ | ۰/۷۴۹۶ | ۱۰۵ | ۰/۶۵۳۴ | ۱۵۵ | ۰/۵۷۹۱ | ۲۰۵ |
| ۱/۰۵۸۲ | ۶ | ۰/۸۷۶۱ | ۵۶ | ۰/۷۴۷۴ | ۱۰۶ | ۰/۶۵۱۷ | ۱۵۶ | ۰/۵۷۷۸ | ۲۰۶ |
| ۱/۰۵۳۸ | ۷ | ۰/۸۷۳۱ | ۵۷ | ۰/۷۴۵۲ | ۱۰۷ | ۰/۶۵۰۱ | ۱۵۷ | ۰/۵۷۶۴ | ۲۰۷ |
| ۱/۰۴۹۵ | ۸ | ۰/۸۷۰۱ | ۵۸ | ۰/۷۴۳۱ | ۱۰۸ | ۰/۶۴۸۴ | ۱۵۸ | ۰/۵۷۵۱ | ۲۰۸ |
| ۱/۰۴۵۲ | ۹ | ۰/۸۶۷۱ | ۵۹ | ۰/۷۴۰۹ | ۱۰۹ | ۰/۶۴۶۸ | ۱۵۹ | ۰/۵۷۳۸ | ۲۰۹ |
| ۱/۰۴۰۹ | ۱۰ | ۰/۸۶۴۲ | ۶۰ | ۰/۷۳۸۸ | ۱۱۰ | ۰/۶۴۵۱ | ۱۶۰ | ۰/۵۷۲۶ | ۲۱۰ |
| ۱۰۳۶۷ | ۱۱ | ۰/۸۶۱۳ | ۶۱ | ۰/۷۳۶۶ | ۱۱۱ | ۰/۶۴۳۵ | ۱۶۱ | ۰/۵۷۱۳ | ۲۱۱ |
| ۱/۰۳۲۵ | ۱۲ | ۰/۸۵۸۳ | ۶۲ | ۰/۷۳۴۵ | ۱۱۲ | ۰/۶۴۱۹ | ۱۶۲ | ۰/۵۷۰۰ | ۲۱۲ |
| ۱/۰۲۸۳ | ۱۳ | ۰/۸۵۵۵ | ۶۳ | ۰/۷۳۲۴ | ۱۱۳ | ۰/۶۴۰۳ | ۱۶۳ | ۰/۵۶۸۷ | ۲۱۳ |
| ۱/۰۲۴۱ | ۱۴ | ۰/۸۵۲۶ | ۶۴ | ۰/۷۳۰۳ | ۱۱۴ | ۰/۶۳۸۶ | ۱۶۴ | ۰/۵۶۷۴ | ۲۱۴ |
| ۱/۰۲۰۰ | ۱۵ | ۰/۸۴۹۷ | ۶۵ | ۰/۷۲۸۲ | ۱۱۵ | ۰/۶۳۷۰ | ۱۶۵ | ۰/۵۶۶۲ | ۲۱۵ |
| ۱/۰۱۶۰ | ۱۶ | ۰/۸۴۶۹ | ۶۶ | ۰/۷۲۶۱ | ۱۱۶ | ۰/۶۳۵۵ | ۱۶۶ | ۰/۵۶۴۹ | ۲۱۶ |
| ۱/۰۱۱۹ | ۱۷ | ۰/۸۴۴۱ | ۶۷ | ۰/۷۲۴۰ | ۱۱۷ | ۰/۶۳۳۹ | ۱۶۷ | ۰/۵۶۳۷ | ۲۱۷ |
| ۱/۰۰۷۹ | ۱۸ | ۰/۸۴۱۳ | ۶۸ | ۰/۷۲۲۰ | ۱۱۸ | ۰/۶۳۲۳ | ۱۶۸ | ۰/۵۶۲۴ | ۲۱۸ |
| ۱/۰۰۳۹ | ۱۹ | ۰/۸۳۸۶ | ۶۹ | ۰/۷۱۹۹ | ۱۱۹ | ۰/۶۳۰۷ | ۱۶۹ | ۰/۵۶۱۲ | ۲۱۹ |
| ۱/۰۰۰۰ | ۲۰ | ۰/۸۳۸۵ | ۷۰ | ۰/۷۱۷۹ | ۱۲۰ | ۰/۶۲۹۲ | ۱۷۰ | ۰/۵۶۰۰ | ۲۲۰ |
| ۰/۹۹۶۱ | ۲۱ | ۰/۸۳۳۱ | ۷۱ | ۰/۷۱۵۹ | ۱۲۱ | ۰/۶۲۷۶ | ۱۷۱ | ۰/۵۵۸۷ | ۲۲۱ |
| ۰/۹۹۲۲ | ۲۲ | ۰/۸۳۰۳ | ۷۲ | ۰/۷۱۳۹ | ۱۲۲ | ۰/۶۲۶۱ | ۱۷۲ | ۰/۵۵۷۵ | ۲۲۲ |
| ۰/۹۸۸۳ | ۲۳ | ۰/۸۲۷۶ | ۷۳ | ۰/۷۱۱۹ | ۱۲۳ | ۰/۶۲۴۵ | ۱۷۳ | ۰/۵۵۶۳ | ۲۲۳ |
| ۰/۹۸۴۵ | ۲۴ | ۰/۸۲۵۰ | ۷۴ | ۰/۷۰۹۹ | ۱۲۴ | ۰/۶۲۳۰ | ۱۷۴ | ۰/۵۵۵۱ | ۲۲۴ |
| ۰/۹۸۰۷ | ۲۵ | ۰/۸۲۲۳ | ۷۵ | ۰/۷۰۷۹ | ۱۲۵ | ۰/۶۲۱۵ | ۱۷۵ | ۰/۵۵۳۹ | ۲۲۵ |
| ۰/۹۷۷۰ | ۲۶ | ۰/۸۱۹۶ | ۷۶ | ۰/۷۰۶۰ | ۱۲۶ | ۰/۶۲۰۰ | ۱۷۶ | ۰/۵۵۲۷ | ۲۲۶ |
| ۰/۹۷۳۲ | ۲۷ | ۰/۸۱۷۰ | ۷۷ | ۰/۷۰۴۰ | ۱۲۷ | ۰/۶۱۸۵ | ۱۷۷ | ۰/۵۵۱۵ | ۲۲۷ |
| ۰/۹۶۹۵ | ۲۸ | ۰/۸۱۴۴ | ۷۸ | ۰/۷۰۲۱ | ۱۲۸ | ۰/۶۱۷۰ | ۱۷۸ | ۰/۵۵۰۳ | ۲۲۸ |
| ۰/۹۶۵۸ | ۲۹ | ۰/۸۱۱۸ | ۷۹ | ۰/۷۰۰۱ | ۱۲۹ | ۰/۶۱۵۵ | ۱۷۹ | ۰/۵۴۹۱ | ۲۲۹ |
| ۰/۹۶۲۲ | ۳۰ | ۰/۸۰۹۲ | ۸۰ | ۰/۶۹۸۲ | ۱۳۰ | ۰/۶۱۴۰ | ۱۸۰ | ۰/۵۴۷۹ | ۲۳۰ |
| ۰/۹۵۸۶ | ۳۱ | ۰/۸۰۶۷ | ۸۱ | ۰/۶۹۶۳ | ۱۳۱ | ۰/۶۱۲۵ | ۱۸۱ | ۰/۵۴۶۷ | ۲۳۱ |
| ۰/۹۵۵۰ | ۳۲ | ۰/۸۰۴۱ | ۸۲ | ۰/۶۹۴۴ | ۱۳۲ | ۰/۶۱۱۰ | ۱۸۲ | ۰/۵۴۵۶ | ۲۳۲ |
| ۰/۹۵۱۴ | ۳۳ | ۰/۸۰۱۶ | ۸۳ | ۰/۶۹۲۵ | ۱۳۳ | ۰/۶۰۹۶ | ۱۸۳ | ۰/۵۴۴۴ | ۲۳۳ |
| ۰/۹۴۷۹ | ۳۴ | ۰/۷۹۹۱ | ۸۴ | ۰/۶۹۰۶ | ۱۳۴ | ۰/۶۰۸۱ | ۱۸۴ | ۰/۵۴۳۲ | ۲۳۴ |
| ۰/۹۴۴۳ | ۳۵ | ۰/۷۹۶۶ | ۸۵ | ۰/۶۸۸۸ | ۱۳۵ | ۰/۶۰۶۷ | ۱۸۵ | ۰/۵۴۲۱ | ۲۳۵ |
| ۰/۹۴۰۹ | ۳۶ | ۰/۷۹۴۱ | ۸۶ | ۰/۶۸۶۹ | ۱۳۶ | ۰/۶۰۵۲ | ۱۸۶ | ۰/۵۴۰۹ | ۲۳۶ |
| ۰/۹۳۷۴ | ۳۷ | ۰/۷۹۱۶ | ۸۷ | ۰/۶۸۵۱ | ۱۳۷ | ۰/۶۰۳۸ | ۱۸۷ | ۰/۵۳۹۸ | ۲۳۷ |
| ۰/۹۳۳۹ | ۳۸ | ۰/۷۸۹۱ | ۸۸ | ۰/۶۸۳۲ | ۱۳۸ | ۰/۶۰۲۴ | ۱۸۸ | ۰/۵۳۸۶ | ۲۳۸ |
| ۰/۹۳۰۵ | ۳۹ | ۰/۷۸۶۷ | ۸۹ | ۰/۶۸۱۴ | ۱۳۹ | ۰/۶۰۰۹ | ۱۸۹ | ۰/۵۳۷۵ | ۲۳۹ |
| ۰/۹۲۷۱ | ۴۰ | ۰/۷۸۴۳ | ۹۰ | ۰/۶۷۹۶ | ۱۴۰ | ۰/۵۹۹۵ | ۱۹۰ | ۰/۵۳۶۴ | ۲۴۰ |
| ۰/۹۲۳۸ | ۴۱ | ۰/۷۸۱۹ | ۹۱ | ۰/۶۷۷۸ | ۱۴۱ | ۰/۵۹۸۱ | ۱۹۱ | ۰/۵۳۵۲ | ۲۴۱ |
| ۰/۹۲۰۴ | ۴۲ | ۰/۷۷۹۵ | ۹۲ | ۰/۶۷۶۰ | ۱۴۲ | ۰/۵۹۶۷ | ۱۹۲ | ۰/۵۳۴۱ | ۲۴۲ |
| ۰/۹۱۷۱ | ۴۳ | ۰/۷۷۷۱ | ۹۳ | ۰/۶۷۴۲ | ۱۴۳ | ۰/۵۹۵۳ | ۱۹۳ | ۰/۵۳۳۰ | ۲۴۳ |
| ۰/۹۱۳۸ | ۴۴ | ۰/۷۷۴۷ | ۹۴ | ۰/۶۷۲۴ | ۱۴۴ | ۰/۵۹۳۹ | ۱۹۴ | ۰/۵۳۱۹ | ۲۴۴ |
| ۰/۹۱۰۶ | ۴۵ | ۰/۷۷۲۴ | ۹۵ | ۰/۶۷۰۶ | ۱۴۵ | ۰/۵۹۲۵ | ۱۹۵ | ۰/۵۳۰۸ | ۲۴۵ |
| ۰/۹۰۷۳ | ۴۶ | ۰/۷۷۰۰ | ۹۶ | ۰/۶۶۸۹ | ۱۴۶ | ۰/۵۹۱۲ | ۱۹۶ | ۰/۵۲۹۷ | ۲۴۶ |
| ۰/۹۰۴۱ | ۴۷ | ۰/۷۶۷۷ | ۹۷ | ۰/۶۶۷۱ | ۱۴۷ | ۰/۵۸۹۸ | ۱۹۷ | ۰/۵۲۸۶ | ۲۴۷ |
| ۰/۹۰۰۹ | ۴۸ | ۰/۷۶۵۴ | ۹۸ | ۰/۶۶۵۴ | ۱۴۸ | ۰/۵۸۸۴ | ۱۹۸ | ۰/۵۲۷۵ | ۲۴۸ |
| ۰/۸۹۷۷ | ۴۹ | ۰/۷۶۳۱ | ۹۹ | ۰/۶۶۳۶ | ۱۴۹ | ۰/۵۸۷۱ | ۱۹۹ | ۰/۵۲۶۴ | ۲۴۹ |
| ۰/۸۹۴۶ | ۵۰ | ۰/۷۶۰۸ | ۱۰۰ | ۰/۶۶۱۹ | ۱۵۰ | ۰/۵۸۵۷ | ۲۰۰ | ۰/۵۲۵۳ | ۲۵۰ |

## فرمول محاسبهٔ وزن و مقاومت مس در ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد

| | مس |
|---|---|
| وزن کیلوگرم در کیلومتر kg/km | ۸/۸۸۹۷×a |
| طول متر به کیلومتر m/kg | $\frac{۱۱۲/۵۰۶۶}{a}$ |
| مقاومت اهم در کیلومتر Ohm/km | $\frac{۱۷/۲۴۱۷}{a}$ |
| Ohm/kg | $\frac{۱/۹۳۹۷۵}{a^2}$ |

a= مساحت مقطع اسمی سیم به میلیمتر مربع

## ثابت‌های فیزیکی در ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد

| | مس آنیل شده |
|---|---|
| ضریب هدایت الکتریکی حجمی درصد مینیمم I.A.C.S. | ۱۰۰/۰ |
| جرم مخصوص کیلوگرم بر متر مکعب $kg/m^2$ | ۸۸۸۸/۴ |
| ضریب مقاومت وزنی اهم- میلیمتر مربع بر متر $ohm\text{-}mm^2/m$ | $۱۷/۲۴۱۷×۱۰^{-۳}$ |
| مقاومت مخصوص حجمی میکرو اهم بر میلیمتر micro-ohm-mm | ۱۷/۲۴۱۷ |
| ضریب حرارتی مقاومت اهم/ درجه سانتی‌گراد ohm/°C | ۰/۰۰۳۹۳ |
| گرمای ویژه کالری بر گرم- درجه سانتی‌گراد Cal/gm°C | ۰/۰۹۲ |
| ضریب هدایت حرارت کالری بر ثانیه- سانتیمترمربع- سانتیمتر- درجه سانتی‌گراد $Cal/sec\text{-}cm^2\text{-}cm\text{-}°C$ | ۰/۹۳۴ |
| ضریب انبساط خطی سانتی‌گراد °C | ۰/۰۰۰۰۱۶۸ |

## مقدار نیروهای کششی توصیه شده در حین پیچیدن سیم مسی

| مس ۵۹۸ $kg/cm^2$ | سایز میلیمتر |
|---|---|
| ۰/۹۷۵ kg | ۰/۴۵ |
| ۱/۲۳ kg | ۰/۵۰ |
| ۱/۵۴ kg | ۰/۵۶ |
| ۱/۹۴ kg | ۰/۶۳ |
| ۲/۴۶ kg | ۰/۷۱ |
| ۳/۱۰ kg | ۰/۸۰ |
| ۳/۸۹ kg | ۰/۹۰ |
| ۴/۹۴ kg | ۱/۰۰ |
| ۶/۲۶ kg | ۱/۱۲ |
| ۷/۸۵ kg | ۱/۳۲ |
| ۹/۹۹ kg | ۱/۴۰ |
| ۱۲/۵ kg | ۱/۶۰ |
| ۱۵/۶ kg | ۱/۸۰ |
| ۱۹/۹ kg | ۲/۰۰ |
| ۲۴/۹ kg | ۲/۳۶ |
| ۳۳/۴ kg | ۲/۶۵ |
| ۳۹/۵ kg | ۳/۰۰ |
| ۴۹/۹ kg | ۳/۱۵ |
| | |

| مس ۵۹۸ $kg/cm^2$ | سایز میلیمتر |
|---|---|
| ۱۲/۱ G | ۰/۰۵۰ |
| ۱۴/۷ G | ۰/۰۵۶ |
| ۱۸/۹ G | ۰/۰۶۰ |
| ۲۳/۷ G | ۰/۰۷۱ |
| ۲۹/۲ G | ۰/۰۸۰ |
| ۳۶/۸ G | ۰/۰۹۰ |
| ۴۸/۵ G | ۰/۱۰۰ |
| ۶۱/۲ G | ۰/۱۱۲ |
| ۷۵/۷ G | ۰/۱۳۲ |
| ۹۵/۰ G | ۰/۱۴۰ |
| ۰/۱۲۰ kg | ۰/۱۶۰ |
| ۰/۱۵۲ kg | ۰/۱۸۰ |
| ۰/۱۹۴ kg | ۰/۲۰۰ |
| ۰/۲۴۰ kg | ۰/۲۳۶ |
| ۰۳۰۳ kg | ۰/۲۵۰ |
| ۰/۳۸۵ kg | ۰/۳۰۰ |
| ۰/۴۸۵ kg | ۰/۳۱۵ |
| ۰/۶۱۲ kg | ۰/۳۳۵ |
| ۰/۷۷۱ kg | ۰/۴۰ |

SIM LACKI FARS
ENAMEL WIRE MFG.

سیم لاکی فارس
( سهامی عام )

ISO 9001:2000 SGS
Certificate CH04/0561

## جدول استفاده از سیم لاکی استاندارد (سیم لاکی فارس) برای سیم پیچی

| قطر سیم mm | سطح مقطع mm | وزن kg/Km | مقاومت در ۱۵°C Ω/Km | سیم پیچی یک لایه | سیم پیچی دو تایی | سیم پیچی سه تایی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.05 | 0.00196 | 0.01746 | 9100 | 0.05 | 0.035+0.035 | 0.028+0.028+0.028 |
| 0.06 | 0.00283 | 0.0251 | 6310 | 0.06 | 0.042+0.042 | 0.034+0.034+0.034 |
| 0.07 | 0.00385 | 0.0342 | 4630 | 0.07 | 0.049+0.049 | 0.040+0.040+0.040 |
| 0.08 | 0.00503 | 0.0447 | 3550 | 0.08 | 0.056+0.056 | 0.046+0.046+0.046 |
| 0.09 | 0.00636 | 0.0566 | 2810 | 0.09 | 0.063+0.063 | 0.052+0.052+0.052 |
| 0.10 | 0.00785 | 0.0698 | 2270 | 0.10 | 0.070+0.070 | 0.057+0.057+0.057 |
| 0.15 | 0.01767 | 0.1571 | 974 | 0.15 | 0.105+0.105 | 0.086+0.086+0.086 |
| 0.16 | 0.0201 | 0.1788 | 856 | 0.16 | 0.112+0.112 | 0.092+0.092+0.092 |
| 0.18 | 0.0254 | 0.226 | 674 | 0.18 | 0.126+0.126 | 0.104+0.104+0.104 |
| 0.20 | 0.0314 | 0.279 | 548 | 0.20 | 0.140+0.140 | 0.115+0.115+0.115 |
| 0.25 | 0.0491 | 0.436 | 351 | 0.25 | 0.176+0.176 | 0.144+0.144+0.144 |
| 0.27 | 0.0573 | 0.509 | 300 | 0.27 | 0.190+0.190 | 0.156+0.156+0.156 |
| 0.30 | 0.0707 | 0.628 | 243 | 0.30 | 0.211+0.211 | 0.173+0.173+0.173 |
| 0.35 | 0.0962 | 0.855 | 178.8 | 0.35 | 0.246+0.246 | 0.202+0.202+0.202 |
| 0.40 | 0.1257 | 1.12 | 137.2 | 0.40 | 0.281+0.281 | 0.231+0.231+0.231 |
| 0.45 | 0.1590 | 1.41 | 108.4 | 0.45 | 0.316+0.316 | 0.260+0.260+0.260 |
| 0.50 | 0.1963 | 1.75 | 87.8 | 0.50 | 0.352+0.352 | 0.289+0.289+0.289 |
| 0.55 | 0.238 | 2.11 | 72.3 | 0.55 | 0.387+0.387 | 0.317+0.317+0.317 |
| 0.60 | 0.283 | 2.51 | 60.9 | 0.60 | 0.422+0.422 | 0.346+0.346+0.346 |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.71 | 0.396 | 3.52 | 43.5 | 0.71 | 0.500+0.500 | 0.410+0.410+0.410 |
| 0.75 | 0.442 | 3.93 | 39.0 | 0.75 | 0.528+0.528 | 0.433+0.433+0.433 |
| 0.80 | 0.503 | 4.47 | 34.2 | 0.80 | 0.563+0.563 | 0.462+0.462+0.462 |
| 0.85 | 0.567 | 5.04 | 30.3 | 0.85 | 0.598+0.598 | 0.491+0.491+0.491 |
| 0.95 | 0.709 | 6.30 | 24.3 | 0.95 | 0.669+0.669 | 0.549+0.549+0.549 |
| 1.00 | 0.785 | 6.98 | 21.9 | 1.00 | 0.704+0.704 | 0.578+0.578+0.578 |
| 1.06 | 0.882 | 7.84 | 19.54 | 1.06 | 0.746+0.746 | 0.612+0.612+0.612 |
| 1.10 | 0.950 | 8.45 | 18.14 | 1.10 | 0.774+0.774 | 0.635+0.635+0.635 |
| 1.16 | 1.057 | 9.40 | 16.28 | 1.16 | 0.816+0.816 | 0.670+0.670+0.670 |
| 1.18 | 1.094 | 9.72 | 15.77 | 1.18 | 0.831+0.831 | 0.682+0.682+0.682 |
| 1.20 | 1.131 | 10.05 | 15.22 | 1.20 | 0.845+0.845 | 0.693+0.693+0.693 |
| 1.25 | 1.227 | 10.91 | 14.02 | 1.25 | 0.880+0.880 | 0.722+0.722+0.722 |
| 1.35 | 1.431 | 12.72 | 12.01 | 1.35 | 0.950+0.950 | 0.780+0.780+0.780 |
| 1.45 | 1.651 | 14.68 | 10.41 | 1.45 | 1.021+1.021 | 0.838+0.838+0.838 |
| 1.56 | 1.911 | 16.99 | 9.00 | 1.56 | 1.098+1.098 | 0.901+0.901+0.901 |
| 1.60 | 2.01 | 17.87 | 8.57 | 1.60 | 1.126+1.126 | 0.924+0.924+0.924 |
| 1.68 | 2.22 | 19.71 | 7.75 | 1.68 | 1.183+1.183 | 0.971+0.971+0.971 |
| 1.70 | 2.27 | 20.18 | 7.59 | 1.70 | 1.197+1.197 | 0.982+0.982+0.982 |
| 1.80 | 2.54 | 22.62 | 6.77 | 1.80 | 1.267+1.267 | 1.040+1.040+1.040 |
| 1.90 | 2.84 | 25.2 | 6.08 | 1.90 | 1.338+1.338 | 1.098+1.098+1.098 |
| 1.95 | 2.99 | 26.5 | 5.76 | 1.95 | 1.373+1.373 | 1.127+1.127+1.127 |
| 2.00 | 3.14 | 27.93 | 5.48 | 2.00 | 1.408+1.408 | 1.156+1.156+1.156 |

گاه اتفاق می افتد که سیم مورد نیاز جهت سیم پیچی در کارگاه وجود ندارد، در اینگونه مواقع سیم پیچ می تواند از سیم های دیگری، با قطرهای متفاوت استفاده کند. جدول فوق به همین منظور و جهت دسترسی هرچه سریعتر سیم پیچ به اطلاعات مورد نیازش تهیه شده است. برای مثال اگر در کارگاهی سیم ۰/۴۵ وجود نداشته باشد می توان از سیم ۰/۳۱ به صورت دولایه و یا از سیم ۰/۲۶ به صورت سه لایه استفاده کرد.

حال چنانچه هیچیک از دو سیم فوق وجود نداشته باشد ولی سیم ۰/۲۵ موجود است می توان با کمک فرمول زیر از دو سیم با قطرهای مختلف استفاده کرد: